

LUFTQUALITÄT IN BRANDENBURG JAHRESBERICHT 2021

IMMISSION UND KLIMA



Herausgeber:

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Henning-von-Tresckow-Str. 2-13, Haus S, 14467 Potsdam
Telefon: +49 (0) 331 866-7237
E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de
Internet: mluk.brandenburg.de oder agrар-umwelt.brandenburg.de

Redaktion:

Landesamt für Umwelt (LfU)
Abteilung Technischer Umweltschutz 1
Referat T 14 – Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit
Telefon: +49 (0) 33201 442-0
E-Mail: infoline@lfu.brandenburg.de
Internet: lfu.brandenburg.de
Informationen zum Luftgütemessnetz: lfu.brandenburg.de/info/luft-online
Bereitstellung von Luftgütedaten: luftdaten.brandenburg.de

Titelfoto:

Luftgütemesscontainer Spreewald, David Schlums, Landesamt für Umwelt

Karte, Layout und Satz:

LGB (Landesvermessung und Geobasisinformationen Brandenburg)

Die Veröffentlichung ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Unabhängig davon, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Broschüre dem Empfängerzugewandt ist, darf sie, auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl, nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers

Potsdam, August 2022

Inhalt

1	Luftreinhaltung	4
1.1	Rechtsgrundlagen	4
1.2	Überwachung der Luftqualität in Brandenburg	4
2	Witterung, Feinstaub und Ozon im Jahresgang	6
3	Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe	7
3.1	Feinstaub	7
3.1.1	Feinstaub PM ₁₀	7
3.1.2	Feinstaub PM _{2,5}	8
3.2	Stickstoffdioxid (NO ₂)	8
3.3	Ozon (O ₃)	9
3.4	Schwefeldioxid (SO ₂)	10
3.5	Kohlenmonoxid (CO)	10
3.6	Flüchtige Kohlenwasserstoffe (Benzol, VOC)	10
3.7	Staubinhaltsstoffe	12
3.7.1	Feinstaub (PM ₁₀ -Fraktion)	12
3.7.2	Staubniederschlag und atmosphärische Deposition	13
3.8	Messung Ultrafeiner Partikel	14
4	Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe	17
4.1	Emissionen PRTR-pflichtiger Betriebe	17
4.2	Straßenverkehrsemissionen	17
5	Sonderuntersuchungen	21
5.1	Neue Leitlinien der WHO zur Luftqualität	21
5.2	Sondermessung von Staubniederschlag am Güterbahnhof Teltow	22
5.2.1	Anlass	22
5.2.2	Räumliche Situation und Messstellenbeschreibung	23
5.2.3	Probenahme und Analyse	24
5.2.4	Vergleichswerte	24
5.2.5	Auswertung	24
5.2.6	Fazit	25
	Abkürzungsverzeichnis	26
	Quellenverzeichnis	27
	Anhang 1: Zusammenfassung der Messergebnisse	29
	Anhang 2: Luftgütemessstationen des Landes Brandenburg	30
	Anhang 3: Ergebnisse der Immissionsmessungen	32
	Anhang 4: Verzeichnis der Kenngrößen	44

1 Luftreinhaltung

1.1 Rechtsgrundlagen

Der rechtliche Rahmen der Luftreinhaltung und der Überwachung der Luftqualität ist durch die europäische Luftqualitätsrichtlinie (2008/50/EG) [1] in Verbindung mit der sogenannten 4. Tochterrichtlinie (2004/107/EG) [2] in der Fassung der Richtlinie (EU) 2015/1480 [3] vorgegeben. Die Luftqualitätsrichtlinie vom 11.06.2008 regelt die Luftqualitätsstandards für Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Schwefeldioxid, Benzol, Kohlenmonoxid, Blei und Ozon. In der EU-Richtlinie vom 15.12.2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in der Luft sind die Höchstkonzentrationen für diese Schadstoffe festgelegt.

Durch die 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [4] – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [5] wurden diese EU-Richtlinien in deutsches Recht umgesetzt. Die 39. BImSchV bildet damit die gesetzliche Grundlage für die Überwachung und Bewertung der Luftqualität im Land Brandenburg. Für die relevanten Luftschadstoffe sind hier Grenz- und Zielwerte festgelegt (Tabelle 1, Tabelle 2).

1.2 Überwachung der Luftqualität in Brandenburg im Jahr 2021

Das Landesamt für Umwelt (LfU) überwacht gemäß § 44 BImSchG in Verbindung mit §1 ImSchZV [6] unter Beachtung der 39. BImSchV und der grundlegenden europäischen Gesetzgebung (vergleiche Kapitel 1.1) die Luftqualität im Land Brandenburg. Diese Überwachung wird seit 1991 durch das Luftgütemessnetz Brandenburg realisiert. An ausgewählten Messpunkten wird kontinuierlich die Konzentration verschiedener Luftschadstoffe gemessen. Nach der Ratsentscheidung zum Datenaustausch (97/101/EG, Änderung vom 12. Dezember 2011 [7]) werden alle Messstellen nach ihrer Umgebung in städtische, vorstädtische beziehungsweise ländliche Stationen und zusätzlich nach der Art ihrer hauptsächlichsten Belastung in Hintergrundstationen, verkehrsbezogene Messstationen beziehungsweise Messstationen mit industriellem Bezug klassifiziert. An den Messstellen werden bei unterschiedlichem Ausstattungsgrad die Schadstoffe Ozon, Stickstoffoxide, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid sowie meteorologische Parameter durch kontinuierlich messende Geräte erfasst. Hinzu kommen Probenahmegeräte für weitere im Labor zu ermittelnde Schadstoffe.

Tabelle 1: Grenzwerte gemäß 39. BImSchV

Schadstoff	Mittelungszeitraum	Grenzwert	
Stickstoffdioxid	Stunde	200 µg/m ³	maximal 18 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Kalenderjahr	40 µg/m ³	
Schwefeldioxid	Stunde	350 µg/m ³	maximal 24 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Tag	125 µg/m ³	
Benzol	Kalenderjahr	5 µg/m ³	
Blei	Kalenderjahr	0,5 µg/m ³	
Kohlenmonoxid	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	10 mg/m ³	
PM ₁₀	Tag	50 µg/m ³	maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Kalenderjahr	40 µg/m ³	
PM _{2,5}	Kalenderjahr	25 µg/m ³	

Tabelle 2: Zielwerte für Ozon gemäß 39. BImSchV

Schutzziel	Mittelungszeitraum	Zielwert	
Gesundheit	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	120 µg/m ³	maximal 25 Überschreitungen im Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre
	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	120 µg/m ³	langfristiges Ziel
Vegetation	Mai bis Juli (AOT40)	18.000 (µg/m ³ ·h)	berechnet anhand von 1-Stunden-Mittelwerten, gemittelt über 5 Jahre
		6.000 (µg/m ³ ·h)	berechnet anhand von 1-Stunden-Mittelwerten, langfristiges Ziel

Im Jahr 2021 waren 25 Messstellen im automatischen Luftgütemessnetz Brandenburg (Abbildung 1), davon sieben verkehrsbezogene Messstellen, in Betrieb. Zusätzlich veröffentlichen wir die Ergebnisse der Station Schönefeld, Flughafen. Diese Messstelle wird von der Betreibergesellschaft des Flughafens Berlin-Brandenburg (FBB) nach den Anforderungen des Planfeststellungsbeschlusses [8] und den Standards des Landesmessnetzes betrieben.

Im Jahr 2021 wurden 18 Staubniederschlagsmessstellen betrieben. Alle Vierwochen-Proben wurden auf Schwermetalle untersucht. Die Bestimmung der PAK-Deposition haben wir planmäßig an den drei bestehenden Messorten Cottbus, Meisenweg; Potsdam-Zentrum und Hasenholz (Buckow) fortgesetzt.

Manuelle Feinstaubmessungen (PM_{10} und $PM_{2,5}$) wurden mit Probenahmegegeräten (Low Volume Sampler) durchgeführt, in denen spezielle Filter bestaubt werden. Jeweils ein Teil der Filter wurde auf Schwermetalle, PAK und Ruß untersucht. Die Inhaltsstoff-Analysen erfolgten zum Teil als Wochenmischproben und zum Teil als Einzelproben an ausgewählten Tagen. Daneben wurde insbesondere an den verkehrsbezogenen Messpunkten mittels passiver Probenahme die Bestimmung von Benzol, Toluol, Ethyl-

benzol und Xylole (BTEX) realisiert. An zwei Messpunkten haben wir die BTEX parallel mit dem Referenzverfahren (aktive Probenahme) ermittelt. Zwei weitere Messpunkte im vorstädtischen Hintergrund wurden ebenfalls mittels aktiver Probenahme beprobt. Einer davon, um zusätzlich weitere flüchtige Kohlenwasserstoffe zu ermitteln (VOC, aktive Probenahme). Die Wägung der bestaubten Filter und die Analysen der Inhaltsstoffe im Staub sowie der Gehalte von BTEX und VOC führte das Landeslabor Berlin-Brandenburg (LLBB) durch.

Im vorliegenden Bericht fassen wir die Ergebnisse der wichtigsten Luftverunreinigungs-komponenten für das Jahr 2021 zusammen und bewerten diese.

Aktuelle Daten und Informationen sowie Auswertungen auf Monats- und Jahresbasis und Details zu den Stationen veröffentlicht das LfU auch im Internet unter <https://luftdaten.brandenburg.de>. Aktuelle Messwerte stehen darüber hinaus auch im Videotext des Rundfunk Berlin-Brandenburg (rbb) auf den Seiten 177 und 178 zur Verfügung.

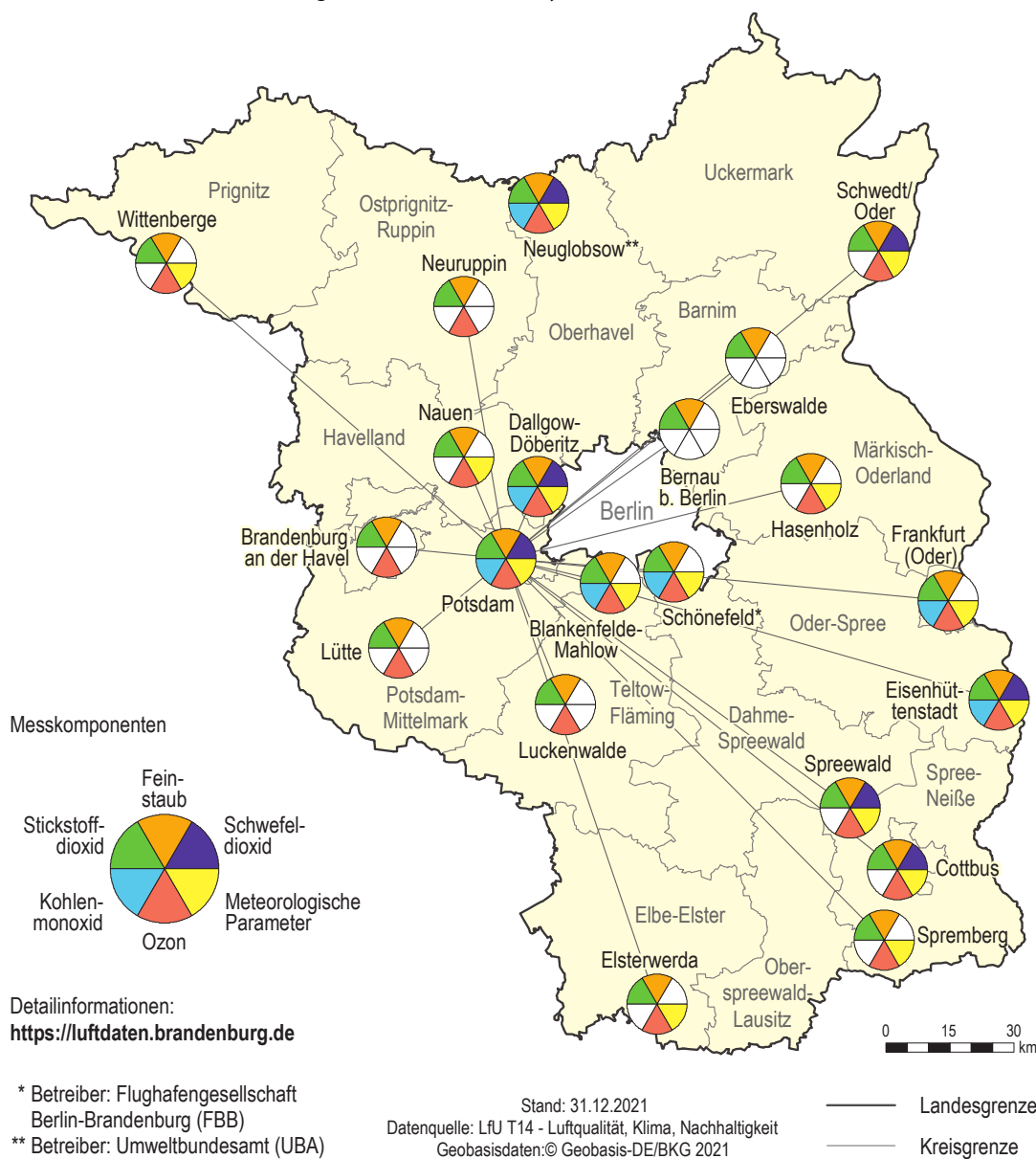


Abbildung 1: Übersichtskarte Messnetz

2 Witterung, Feinstaub und Ozon im Jahresgang

Die Witterung hat mit unterschiedlichen Temperaturen, Windgeschwindigkeiten und Niederschlagsmengen einen erheblichen Einfluss auf die Konzentration und die Verweildauer von Luftschadstoffen in der Atmosphäre. Der Zusammenhang zwischen Wetter und Immissionsituation im Jahresverlauf wird am Beispiel von PM_{10} -Feinstaub und Ozon (Tabelle 3) dargestellt. Die meteorologischen Daten (Abbildung 2) wurden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verfügung gestellt [9].

Das Wetterjahr 2021 war geprägt von Starkregen im Juni und Juli. Zugleich war es das elfte zu warme Jahr in Folge.

Die mittlere Jahrestemperatur lag in Brandenburg mit $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ rund $1,2\text{ K}$ über dem langjährigen Mittel der Referenzperiode von 1991 bis 2020. Der Juni war mit $20,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ der wärmste Monat und lag mit $3,4\text{ K}$ deutlich über dem langjährigen Mittel. Die Monate April ($-3,4\text{ K}$), Mai ($-2,2\text{ K}$) und August ($-1,6\text{ K}$) zeigten deutliche negative Abweichungen vom langjährigen Temperaturmittel.

Die mittlere Jahresniederschlagsmenge in Brandenburg lag bei 600 mm/m^2 und fiel damit höher aus als in den letzten Jahren. Im Zeitraum vom 30. Juni bis zum 1. Juli 2022 fiel zum Teil ein Sechstel der gesamten Jahresniederschlagsmenge. Überdurchschnittliche Regenmengen gab es zudem im Mai, August und November. Besonders trocken gegenüber der Referenzperiode waren der September und der Oktober.

Bei der Sonnenscheindauer zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Temperatur. Der Juni war in Brandenburg mit 281 Sonnenstunden besonders sonnenscheinreich, der August dagegen mit 166 Sonnenstunden sonnenscheinarm im Vergleich zur Referenzperiode.

Der landesweite Jahresmittelwert der PM_{10} -Konzentration lag mit $15\text{ }\mu\text{g/m}^3$ etwas über dem Wert des Vorjahres ($13\text{ }\mu\text{g/m}^3$). Die niedrigsten Monatsmittelwerte verzeichneten wir mit $9\text{ }\mu\text{g/m}^3$ im Mai und $10\text{ }\mu\text{g/m}^3$ im August. Diese beiden Monate zeichneten sich durch erheblich höhere Niederschlagssummen gegenüber dem langjährigen Mittelwert aus. Demgegenüber wurde im überdurchschnittlich kalten Februar der höchste Monatsmittelwert von $21\text{ }\mu\text{g/m}^3$ gemessen.

In den Wintermonaten Januar bis März und Oktober bis Dezember lag eine etwas höhere durchschnittliche PM_{10} -Konzentration ($15,8\text{ }\mu\text{g/m}^3$) als in den Sommermonaten April bis September vor ($13,5\text{ }\mu\text{g/m}^3$).

Der landesweite Jahresmittelwert der Ozonkonzentration lag mit $52\text{ }\mu\text{g/m}^3$ fast auf demselben Niveau wie im Jahr zuvor ($53\text{ }\mu\text{g/m}^3$). Der charakteristische Jahresgang mit hohen Ozonkonzentrationen im Sommer und niedrigeren Ozonkonzentrationen im Winter zeichnet sich ab. Der höchste Monatsmittelwert wurde im Juni mit einem Wert von $78\text{ }\mu\text{g/m}^3$ ermittelt. Dieser Monat war besonders warm und sonnenscheinreich.

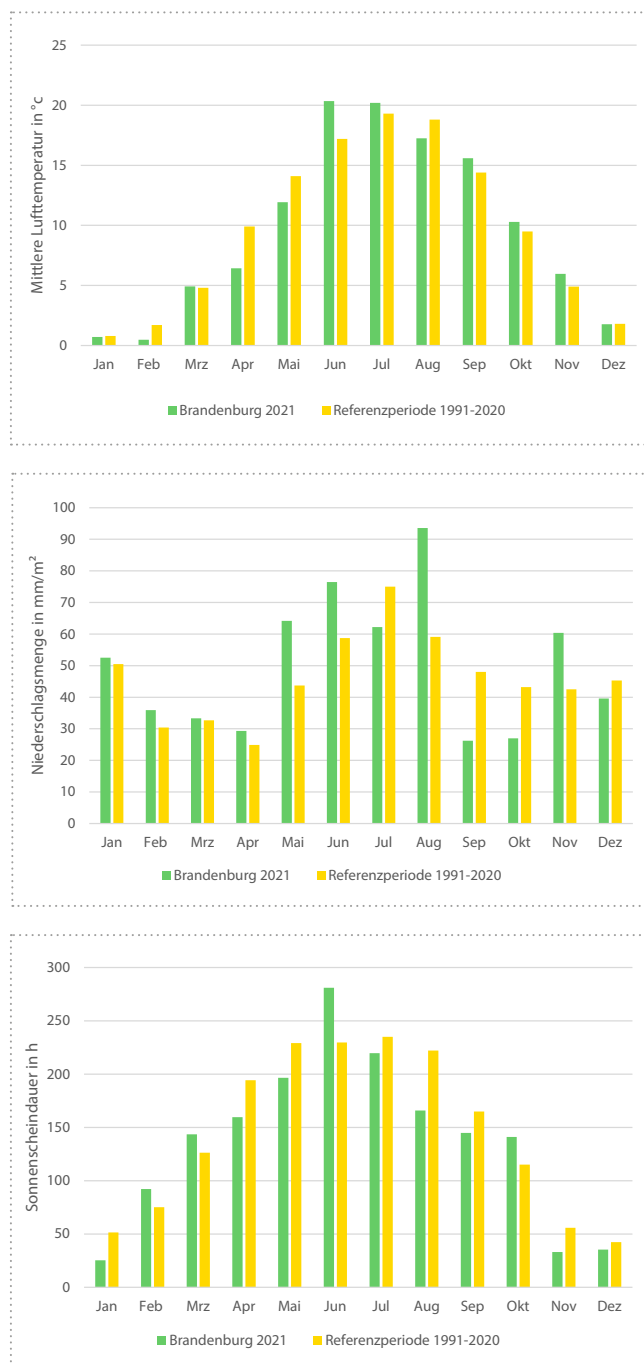


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die meteorologischen Größen Lufttemperatur, Niederschlagsmenge und Sonnenscheindauer im Jahr 2021

Tabelle 3: Jahresgang der Luftschadstoffkonzentrationen von Feinstaub PM_{10} und Ozon als landesweite Monats- und Jahresmittelwerte für das Jahr 2021

Monat	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
PM_{10}	$\mu\text{g/m}^3$	12	21	16	13	9	18	16	10	15	15	15	16	15
Ozon	$\mu\text{g/m}^3$	35	44	56	69	69	78	63	57	49	42	32	30	52

3 Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe

3.1 Feinstaub

Feinstaubpartikel werden bei Verbrennungsprozessen in Industrie und Verkehr freigesetzt und verbleiben aufgrund ihrer geringen Größe als Schwebstaub in der Luft. Weitere Feinstaubquellen sind vor allem in Städten die Aufwirbelung von Abrieb aus Reifen, Bremsen und Straßenbelägen sowie natürliche Ursachen wie Bodenerosion und Verfrachtungen über weite Distanzen (zum Beispiel Saharastaub). Außerdem bilden sich durch chemische Reaktionen in der Luft sekundäre Partikel aus gasförmigen Vorläufersubstanzen wie Ammoniak, Stickstoffoxiden und Schwefeldioxid.

Die gesundheitsschädigenden Wirkungen von Feinstaub sind wissenschaftlich bewiesen. Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser unter 10 µm werden eingeatmet und dringen je nach Größe unterschiedlich tief in die Atemwege ein, die kleinsten gelangen bis in die Lungenbläschen. Durch die Reizung entstehen Entzündungen im Gewebe, die bei andauernder hoher Belastung Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen auslösen können. Außerdem können sich Vorerkrankungen wie Asthma verschlechtern und es besteht das Risiko der Entwicklung von Lungenkrankheiten.

Bisher ist keine genaue Wirkungsschwelle für gesundheitsschädliche Effekte durch Feinstaubbelastung bekannt. Es gibt Hinweise, dass auch bei niedrigen Immissionswerten unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte bei lang andauernder Einwirkung Gesundheitseffekte auftreten können. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat daher nach Auswertung umfangreicher wissenschaftlicher Studien ihre im Vergleich zur EU-Luftqualitätsrichtlinie ohnehin schon niedrigeren Richtwerte für die Feinstaubbelastung in ihren neuen Luftqualitätsleitlinien (2021) noch einmal abgesenkt von 20 µg/m³ auf 15 µg/m³ im Jahresmittel für PM₁₀ und von 10 µg/m³ auf 5 µg/m³ im Jahresmittel für PM_{2,5} [10]. Im Kapitel 5.1 sind die neuen WHO-Richtwerte ausführlich dargestellt. Beispielhaft wenden wir sie auf unsere Messungen des Jahres 2021 an und simulieren, wie dann die Überschreitungssituation in Brandenburg wäre.

3.1.1 Feinstaub PM₁₀

Im Landesdurchschnitt lagen die PM₁₀-Konzentrationen im Jahr 2021 bei 15 µg/m³, damit hat sich die Immissionsbelastung im Laufe der letzten zehn Jahre deutlich reduziert (Landesdurchschnitt 2012: 20 µg/m³). Auch die Spannbreite der PM₁₀-Immissionen an den einzelnen Messstationen war vor zehn Jahren mit 11 µg/m³ größer als 2021 mit 7 µg/m³ (Abbildung 3).

Die höchsten Konzentrationen waren wie in den Vorjahren an den verkehrsbezogenen Messstationen zu verzeichnen, sie lagen dort zwischen 15 µg/m³ (Potsdam, Großbeerenstraße; Eberswalde, Breite Straße) und 18 µg/m³ (Bernau, Lohmühlenstraße) und damit über dem Landesdurchschnitt. Die an der Station Flughafen Schönefeld gemessene PM₁₀-Konzentration lag mit 13 µg/m³ im Jahresmittel auf niedrigerem Niveau als die Feinstaubimmissionen an den Kfz-verkehrsbezogenen Messstationen.

Im ländlichen und städtischen Hintergrund wurden niedrigere durchschnittliche PM₁₀-Konzentrationen zwischen 11 in Lütze (Belzig) und 16 µg/m³ wie in Nauen und Spremberg ermittelt.

Der Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³ PM₁₀ im Jahresmittel wird landesweit deutlich unterschritten. An den meisten Hintergrundmessstationen und zwei verkehrsbezogenen Messstationen wird sogar der strengere Richtwert der WHO von 15 µg/m³ PM₁₀ im Jahresmittel eingehalten. Die Maßnahmen zur Luftreinhaltung waren also vor allem in den Städten erfolgreich. Zur Verbesserung der Immissionssituation beim Feinstaub trugen aber auch günstige Witterungsverhältnisse, wie das Ausbleiben langer trockener Frostperioden mit austauscharmen Wetterlagen im Winter, bei.

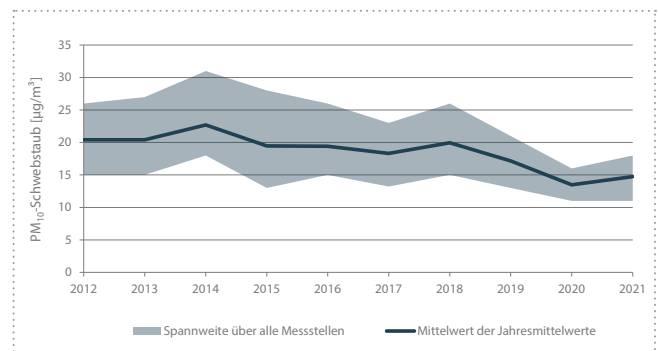


Abbildung 3: Landesweite Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration

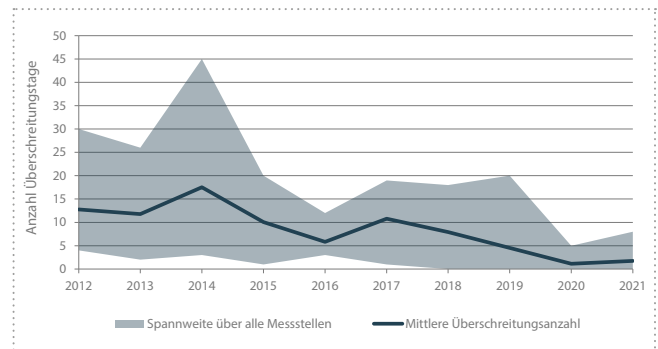


Abbildung 4: Anzahl der Überschreitungstage des PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³

Die Anzahl der Tage mit Überschreitung des PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³ ist gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen (Abbildung 4). An den verkehrsbezogenen Messstationen wurden im Jahr 2021 ein (Potsdam, Zeppelinstraße) bis acht (Bernau, Lohmühlenstraße) Überschreitungstage festgestellt, im ländlichen und städtischen Hintergrund lag die Anzahl der Überschreitungstage zwischen null und drei (jeweils mehrere Stationen, siehe Anhang). Der Grenzwert von maximal 35 Überschreitungstagen im Jahr wurde landesweit eingehalten.

Wie im Vorjahr traten Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³ hauptsächlich im Februar und März auf. Vereinzelt kam es auch im Juli zu Überschreitungstagen, vor allem an ländlichen Hintergrundstationen im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung (Abbildung 5).

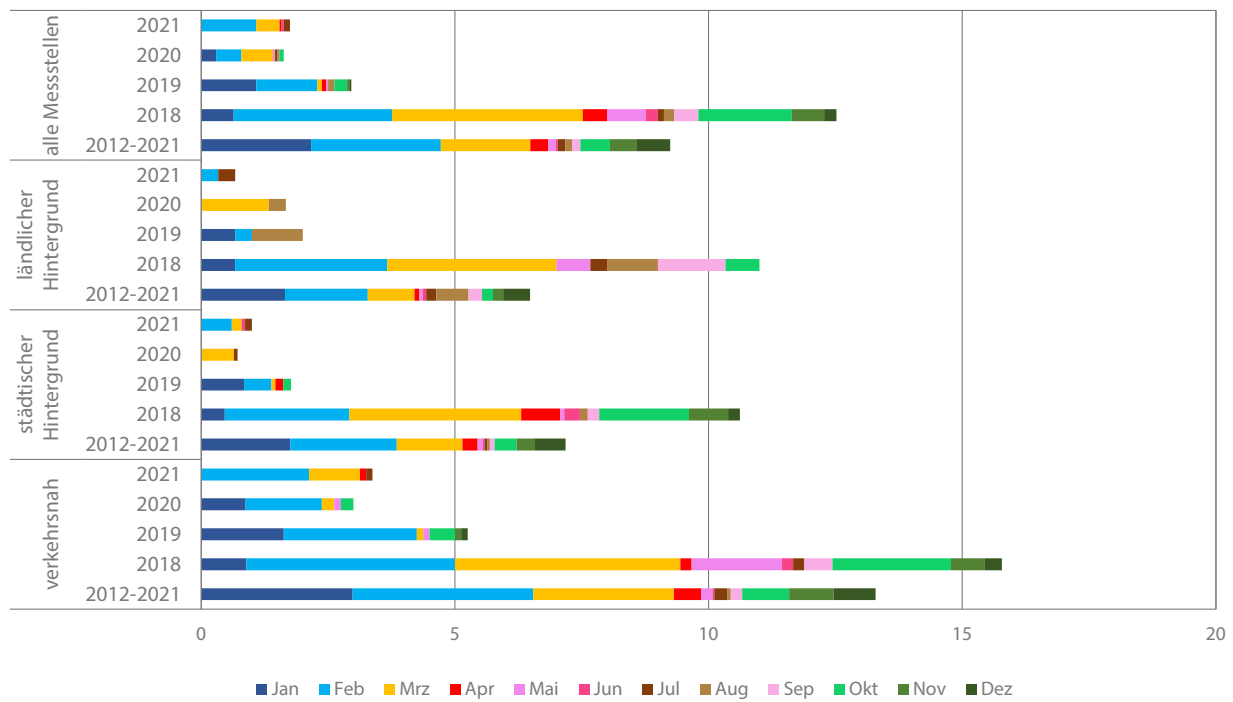


Abbildung 5: Anzahl der Tage mit PM₁₀-Konzentrationen über 50 µg/m³ in den einzelnen Monaten

3.1.2 Feinstaub PM_{2,5}

Die Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Immissionen lagen zwischen 9 und 13 µg/m³ (Abbildung 6). Die niedrigste Konzentration wurde im ländlichen Hintergrund in Lütte (Belzig) gemessen, die höchste in Spremberg (vorstädtischer Hintergrund) sowie in Frankfurt (Oder), Leipziger Straße (Verkehrsbelastung). An den anderen Hintergrundstationen wurden 10 bis 12 µg/m³ ermittelt, an den übrigen verkehrsbezogenen Messstationen 11 und 12 µg/m³. Der Grenzwert der 39. BImSchV von 25 µg/m³ im Jahresmittel wird landesweit deutlich unterschritten.

Damit bestätigt sich der schon in den Vorjahren beobachtete relativ kleine Unterschied zwischen den PM_{2,5}-Immissionen im ländlichen Hintergrund und denen an städtischen Belastungsschwerpunkten. Offensichtlich wird die Höhe der PM_{2,5}-Konzentrationen hauptsächlich durch überregionale Quellen und Ferntransport bestimmt. Lokale Quellen wie der Straßenverkehr spielen allenfalls eine untergeordnete Rolle.

Der neue Richtwert der WHO von 5 µg/m³ im Jahresmittel wurde landesweit überschritten.

3.2 Stickstoffdioxid (NO₂)

Gemäß der EU-weit geltenden Vorgaben zur Beurteilung der Luftqualität werden auch im Luftgütemessnetz Brandenburg sowohl Messstationen im ländlichen, vorstädtischen und städtischen Hintergrund als auch an sogenannten Hot-Spots betrieben. Erstere sollen Aussagen zur Luftqualität in einem größeren Gebiet erlauben und damit auch die mittlere Belastung der Bevölkerung widerspiegeln. Die Messungen an verkehrlichen Hot-Spots dienen der Erfassung der maximalen Belastung in einem Beurteilungsgebiet.

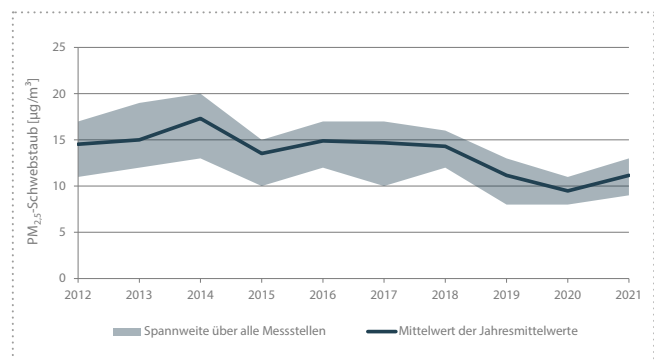


Abbildung 6: Landesweite Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentration

Trotz der immer noch vorhandenen Überschreitung des NO₂-Grenzwertes von 40 µg/m³ durch den Jahresmittelwert in einigen deutschen Großstädten wird in den letzten Jahren allgemein ein abnehmender Trend der Stickstoffdioxid-Belastung beobachtet [11], den wir auch an den Brandenburger Messstationen beobachten (Abbildung 7). Der genannte Grenzwert wird hier seit 2017 eingehalten.

Deutlich erkennbar ist dieser Trend an den verkehrsbezogenen Messstellen in den größeren Städten Brandenburgs (Abbildung 8), insbesondere dort, wo im Rahmen von Luftreinhalteplänen Maßnahmen zur Regulierung des Straßenverkehrs ergriffen wurden. Auch der zunehmende Einsatz von Abgasminderertechnik im Zusammenhang mit der anhaltenden Erneuerung der Fahrzeugflotte spielt bei der Abnahme der NO₂-Immissionen eine bedeutende Rolle. Besonders auffällig ist der zeitliche Zusammenhang eines steilen Rückgangs in Verkehrsnähe mit dem Bekanntwerden des Abgasbetrugs in der Automobilindustrie im Jahr 2015.

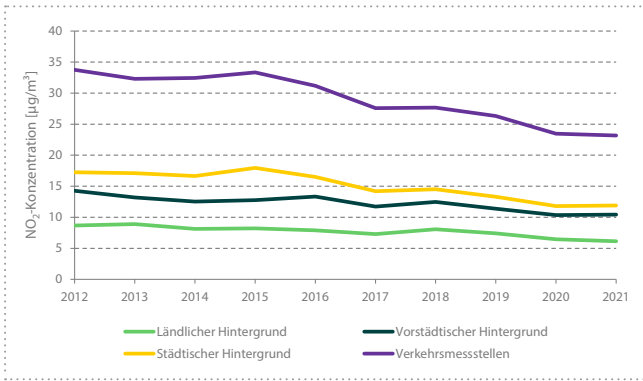


Abbildung 7: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen an verschiedenen Messstellenkategorien

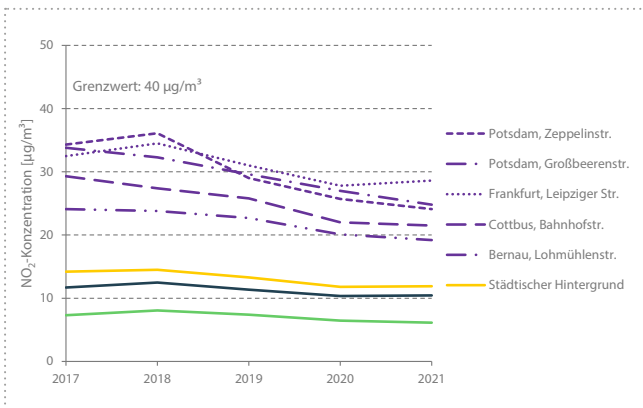


Abbildung 8: Entwicklung der NO₂-Konzentrationen an ausgewählten verkehrsbezogenen Stationen im Vergleich zu Hintergrundkonzentrationen

Erwartungsgemäß lagen die Belastungsschwerpunkte im Jahr 2021 wieder an den verkehrsbezogenen Messstellen mit NO₂-Jahresmittelwerten von 19 (Bernau, Lohmühlenstraße) bis 29 µg/m³ (Frankfurt (Oder), Leipziger Straße). Erfreulicherweise setzt sich aber der Trend der abnehmenden verkehrsbedingten NO₂-Immissionen im Landesdurchschnitt fort.

Deutlich niedrigere NO₂-Konzentrationen wurden mit 8 (Wittenberge) bis 13 µg/m³ (Potsdam-Zentrum, Blankenfelde-Mahlow) im vorstädtischen und städtischen Hintergrund gemessen. Die geringsten Werte wiesen die Messstationen im ländlichen Hintergrund mit 5 (Spreewald) bis 7 µg/m³ (Hasenholz (Buckow)) auf. Am Flughafen Schönefeld war mit einer durchschnittlichen NO₂-Konzentration von 17 µg/m³ zwar ein Verkehrseinfluss erkennbar, die Belastung war jedoch deutlich niedriger als an verkehrsreichen Straßen.

3.3 Ozon (O₃)

Das Jahr 2021 zeichnete sich, wie die Vorjahre, durch im Vergleich zur Referenzperiode überdurchschnittlich hohe Temperaturen vor allem in den Sommer- und Herbstmonaten aus. Dementsprechend lagen sowohl der landesweite Jahresmittelwert von 52 µg/m³ als auch die durchschnittlichen Ozonkonzentrationen an den einzelnen Messstationen mit 48 µg/m³ in Blankenfelde-Mahlow bis 58 µg/m³ in Cottbus auf fast gleichbleibend hohem Niveau wie seit 2018 (Abbildung 9).

In der 39. BImSchV ist zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Zielwert von 120 µg/m³ Ozon als maximaler 8-Stundenmittelwert festgelegt, der an höchstens 25 Tagen im Jahr (gemittelt über drei Jahre) überschritten werden darf. Die Anzahl der Überschreitungstage als Mittelwerte der Jahre 2019 bis 2021 (Abbildung 10) lag zwischen 12 Tagen in Neuruppin und 23 Tagen in Elsterwerda. Der Zielwert wurde im Gegensatz zum vorherigen dreijährigen Mittel landesweit unterschritten. Der Informationsschwellenwert von 180 µg/m³ im Stundenmittel wurde ebenfalls nicht erreicht.

Langfristig soll der Zielwert von maximal 120 µg/m³ Ozon als maximaler 8-Stundenmittelwert ganzjährig ohne zugelassene Überschreitung eingehalten werden. Die durch den Klimawandel zu erwartenden steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen und das häufigere Auftreten von Trocken- und Hitzeperioden werden aber wahrscheinlich eher zu höheren durchschnittlichen Ozonkonzentrationen und mehr Tagen mit Zielwertüberschreitung führen.

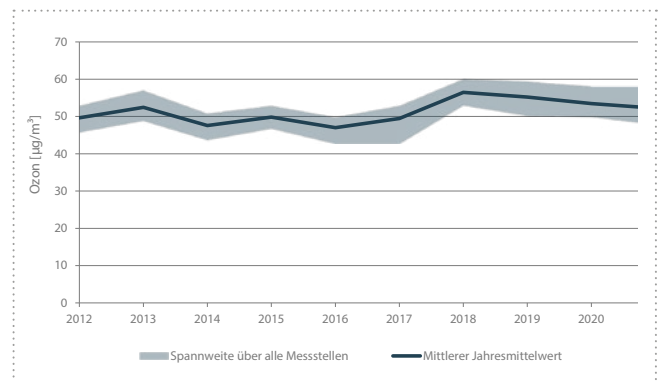


Abbildung 9: Entwicklung der landesweiten Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration

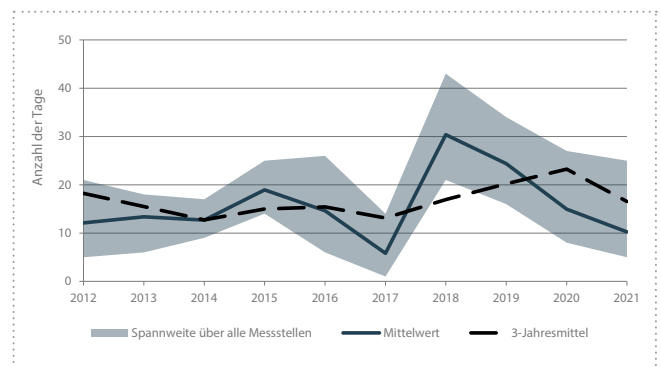


Abbildung 10: Anzahl der Tage mit Ozonkonzentrationen über 120 µg/m³

Als Zielwert zum Schutz der Vegetation wird als Dosismaß der sogenannte AOT40 ermittelt. Zur Berechnung werden für alle Stundenmittelwerte größer $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb, daher die Bezeichnung) die Differenzen zwischen der ermittelten Konzentration und $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ summiert. Einbezogen werden dabei ausschließlich Werte in den Monaten Mai bis Juli und hier von 8 Uhr morgens bis 20 Uhr abends (Vegetationszeit). Im 5-Jahresmittel soll der AOT40 nicht über $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ liegen.

Der AOT40 (Mittelwerte 2017 – 2021) lag zwischen $9.456 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ in Luckenwalde und $17.208 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ in Elsterwerda (Abbildung 12). Der Zielwert der 39. BImSchV wurde im fünfjährigen Mittel damit unterschritten. Die Werte für das Einzeljahr 2021 (Abbildung 11) liegen mit $9.999 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ in Neuruppin bis zu $19.102 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ in Cottbus höher als im Vorjahr. Da viele Pflanzenarten schon wesentlich geringere Ozondosen nicht vertragen und mit Wachstumsminderung und Ertragseinbußen reagieren, wurde in der EU-Luftqualitätsrichtlinie als langfristiger Zielwert ein AOT40 von $6.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ festgelegt.

Die AOT40-Werte für Wald (Mittelwerte 2017 – 2021) sind mit $17.289 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ (Luckenwalde) bis $30.099 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ (Elsterwerda) höher, da sie über einen längeren Zeitraum von April bis September aufsummiert werden. Ein Grenz- oder Zielwert ist für die Ozonbelastung von Wäldern nicht festgelegt.

3.4 Schwefeldioxid (SO₂)

Schwefeldioxid spielt als Luftschadstoff seit längerem nur noch eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der Immissionsbelastung. Der Jahresmittelwert lag an fünf Messstationen im städtischen Hintergrund sowie an zwei ländlichen Hintergrundmessstellen wie in den Vorjahren mit $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur wenig über der Nachweisgrenze der eingesetzten Geräte (Abbildung 13). Sowohl die Maximalwerte auf Tages- ($5 - 11 \mu\text{g}/\text{m}^3$) als auch auf Stundenbasis ($10 - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) blieben weit unter den Grenzwerten der 39. BImSchV von $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beziehungsweise $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.5 Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid wurde an drei vorstädtischen Hintergrund- und zwei verkehrsbezogenen Messstationen erfasst, sowie am Flughafen Schönefeld. Wie in den Vorjahren wurden an allen Stationen sehr niedrige Konzentrationen gemessen, die um mehr als eine Zehnerpotenz unter dem Grenzwert der 39. BImSchV ($10 \text{mg}/\text{m}^3$ beziehungsweise $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) lagen. Im vorstädtischen Hintergrund betrug der CO-Jahresmittelwert $0,22$ bis $0,26 \text{mg}/\text{m}^3$ (224 bis $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$). An Verkehrsschwerpunkten wurden $0,31$ und $0,34 \text{mg}/\text{m}^3$ (311 und $341 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ermittelt. Am Flughafen Schönefeld wurden im Jahresmittel $0,24 \text{mg}/\text{m}^3$ ($241 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gemessen.

3.6 Flüchtige Kohlenwasserstoffe (Benzol, VOC)

An sieben verkehrsbelasteten Standorten lagen die Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen zwischen $0,7$ bis $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An den städtischen Hintergrundmessstationen Blankenfelde-Mahlow und Dallgow-Döberitz wurden jeweils $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel gemessen. Der Grenzwert der 39. BImSchV von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde wie in den Vorjahren sehr deutlich unterschritten (Abbildung 14).

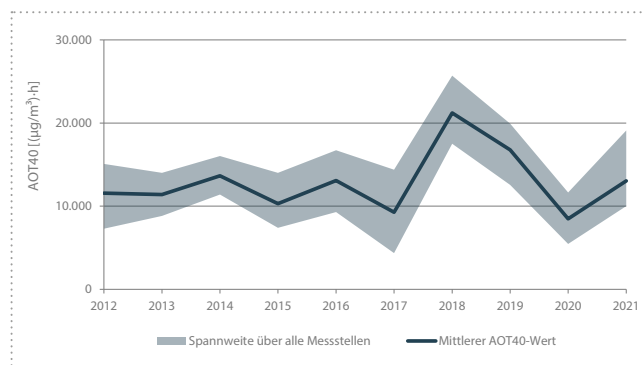


Abbildung 11: Entwicklung der AOT40-Werte der einzelnen Jahre

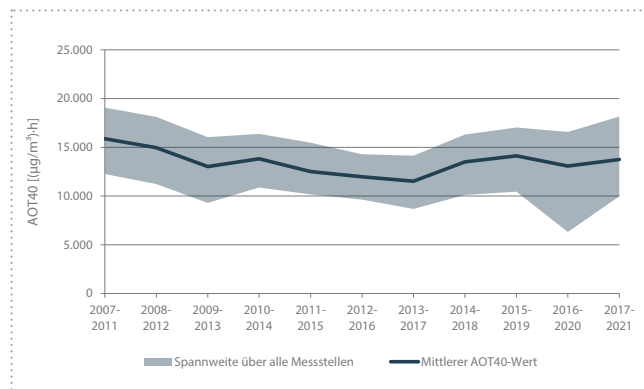


Abbildung 12: AOT40-Werte im fünfjährigen Mittel

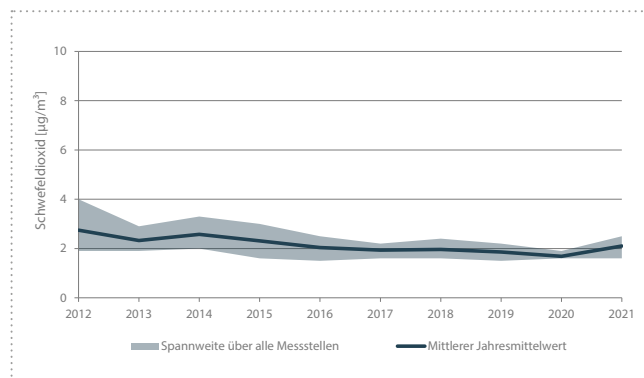


Abbildung 13: Landesweiter Jahresmittelwert der SO₂-Konzentration

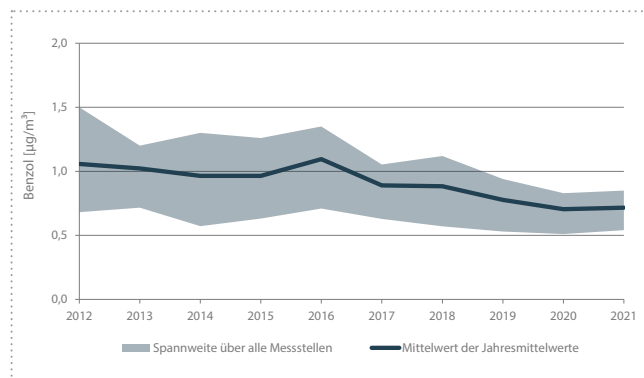


Abbildung 14: Landesweiter Jahresmittelwert der Benzolkonzentration

Neben Benzol werden an diesen Messstellen routinemäßig auch Ethylbenzol, Toluol und Xylole (BTEX) erfasst, die ebenfalls hauptsächlich im Straßenverkehr aus Verbrennungsmotoren emittiert werden. Grenzwerte sind für diese aromatischen Kohlenwasserstoffe allerdings nicht festgelegt.

Nachdem der alte Messcontainer in der Cottbuser Bahnhofstraße am 23. August 2021 (34. Kalenderwoche) gegen einen neuen ausgetauscht wurde (Abbildung 15), fielen erhöhte Aromaten-Messwerte, vor allem bei Xylolen und Ethylbenzol auf. Xylole und Ethylbenzol sind als Lösemittelgemisch in Lacken, Kunst- und Klebstoffen enthalten. Da sie zu den flüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) gehören, werden sie nach und nach in die Umgebungsluft abgegeben. In hohen Konzentrationen können sie Kopfschmerzen, Atemwegsbeschwerden, Schwindel und Orientierungsstörungen auslösen.

Nach etwa sechs Wochen lagen die Messwerte für alle Aromaten wieder im Normalbereich zwischen 0,5 und 3 µg/m³ im Wochenmittel (Abbildung 16). Offensichtlich war in diesem Fall der neue Messcontainer eine lokale Quelle, die vorübergehend, vermutlich aus den verwendeten Klebstoffen, BTEX-Aromaten emittierte. Daher sind die erhöhten BTEX-Immissionen nicht als repräsentativ für die Umgebung zu werten. Die Messergebnisse an den anderen oben genannten Stationen ergaben für den fraglichen Zeitraum (35. bis 40. Kalenderwoche) keine erhöhten BTEX-Werte (Abbildung 17).

In der Umgebung von Flughäfen befürchten einige Anwohner eine zusätzliche Immissionsbelastung durch den Flugverkehr, insbesondere durch das Ablassen von Treibstoff aus Flugzeugen. Deshalb werden an den Messstationen der Betreibergesellschaft FBB am Flughafen Schönefeld und parallel dazu auch an der LfU-Station Blankenfelde-Mahlow neben Benzol regelmäßig auch weitere flüchtige organische Substanzen (VOC) gemessen, vor allem die für Kerosin typischen aliphatischen Kohlenwasserstoffe mittlerer Länge (Heptan bis Eicosan). An beiden Messstationen lagen die Konzentrationen dieser VOC überwiegend unterhalb oder im Bereich der Nachweisgrenze, es gab also keinen Hinweis auf eine zusätzliche Luftverunreinigung durch Kerosin.



Abbildung 15: Alter Messcontainer (links), Aufstellen des neuen Messcontainers (Mitte), neuer Messcontainer mit Absturzsicherung auf dem Dach in der Bahnhofstraße in Cottbus (rechts)

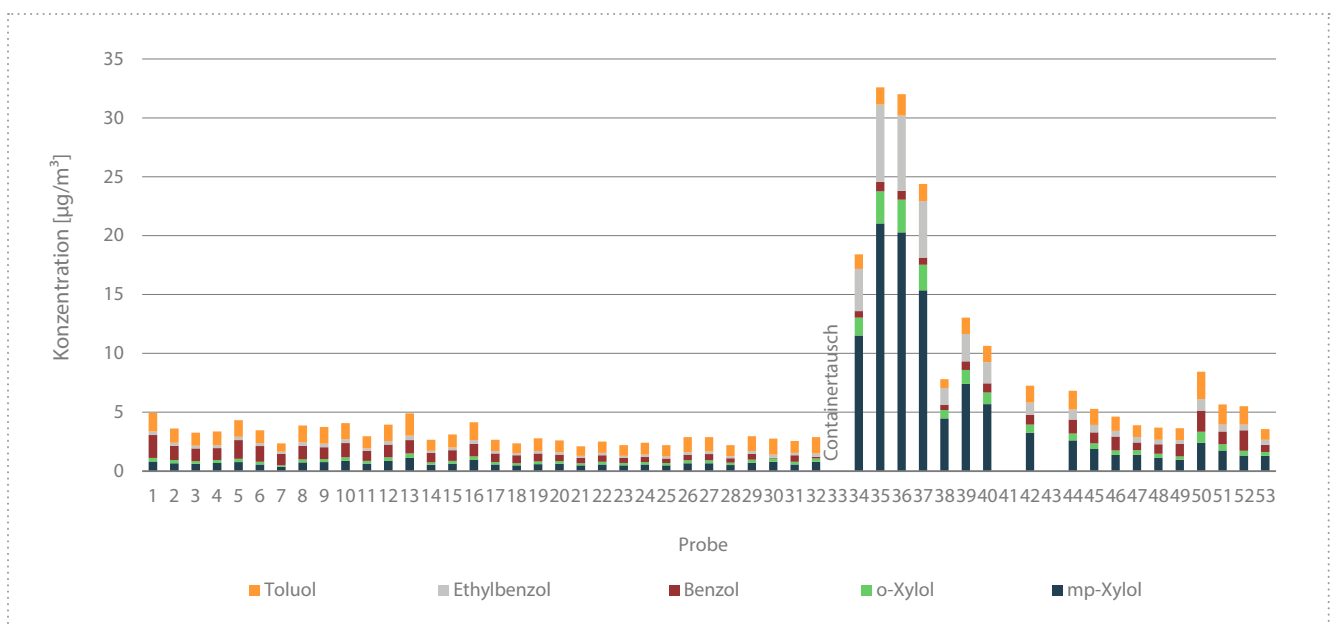


Abbildung 16: Jahresverlauf der gemessenen BTEX-Stoffe in der Bahnhofstraße in Cottbus im Jahr 2021

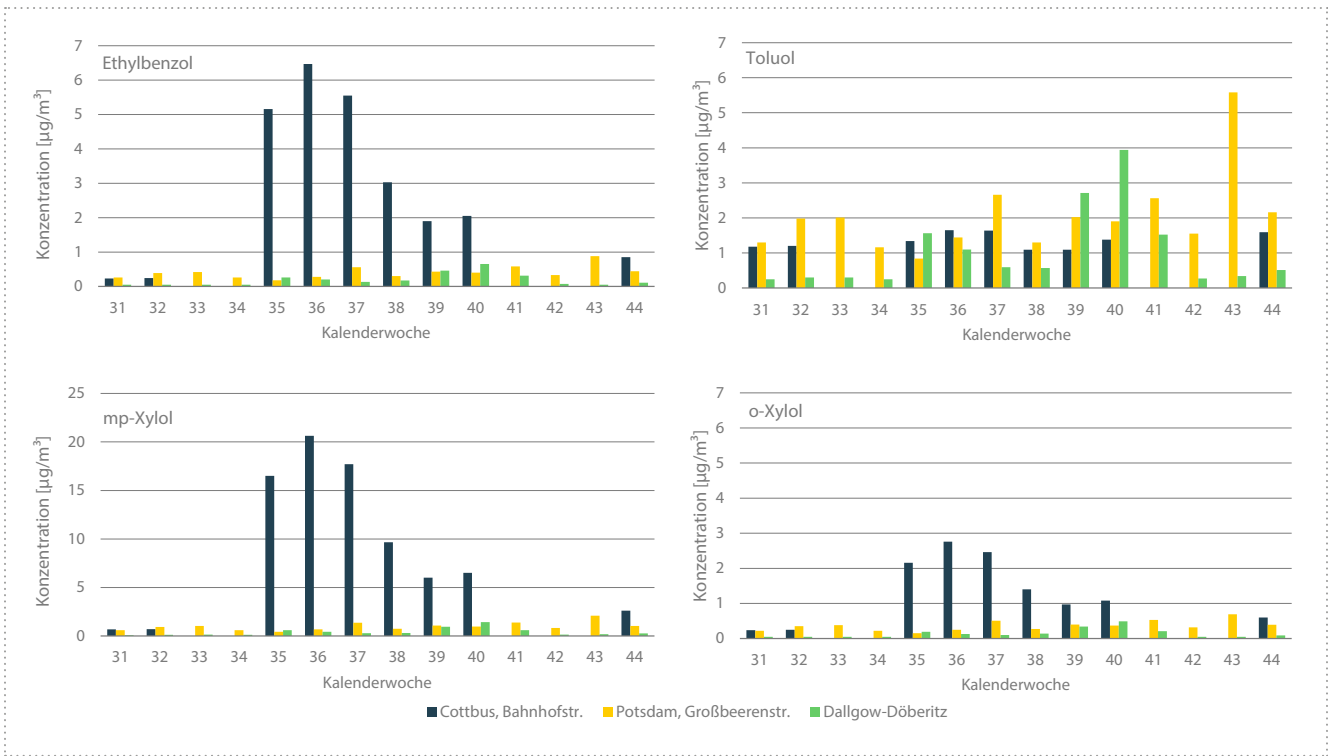


Abbildung 17: Vergleich von BTEX-Wochenproben aus Cottbus, Bahnhofstraße mit anderen Messorten im Zeitraum 01.08. bis 31.10.2021

3.7 Staubinhaltsstoffe

3.7.1 Feinstaub (PM₁₀-Fraktion)

Auf der Oberfläche der Feinstaubpartikel lagern sich Schadstoffe wie Schwermetalle oder organische Verbindungen wie zum Beispiel polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) an. Diese Anlagerungen können die gesundheitsschädigenden Wirkungen des Feinstaubes aufgrund ihrer Toxizität verstärken. Deshalb wurden an drei LfU-Messstationen und am Flughafen Schönefeld die Ruß- und PAK-Konzentrationen bestimmt. An drei weiteren Messstationen wurden die Gehalte an Schwermetallen im Feinstaub ermittelt.

Antimon

Antimon wird durch den Abrieb von Kfz-Bremsbelägen freigesetzt. Die Höhe der Antimongehalte im Feinstaub ist deshalb ein Indikator für verkehrstypische Immissionen. An der verkehrsbezogenen Messstation Cottbus, Bahnhofstraße wurde ein Jahresmittelwert von 1,4 ng/m³ in der PM₁₀-Fraktion gemessen. Ein Grenz- oder Zielwert ist für Antimon nicht festgelegt.

Arsen

Die Arsengehalte im Feinstaub sind in den letzten zehn Jahren deutlich gesunken von 3,6 ng/m³ im Landesdurchschnitt im Jahr 2012 auf 0,8 ng/m³ im Jahr 2021 (Abbildung 18). Der Zielwert der 39. BImSchV von 6 ng/m³ wird weit unterschritten.

Barium

Auch Barium ist ein für Verkehrsemissionen typisches Metall, für das kein Grenz- oder Zielwert festgelegt ist. An der verkehrsbezogenen Messstation Cottbus, Bahnhofstraße betrug der Bariumgehalt im PM₁₀-Feinstaub 15,1 ng/m³ im Jahresmittel.

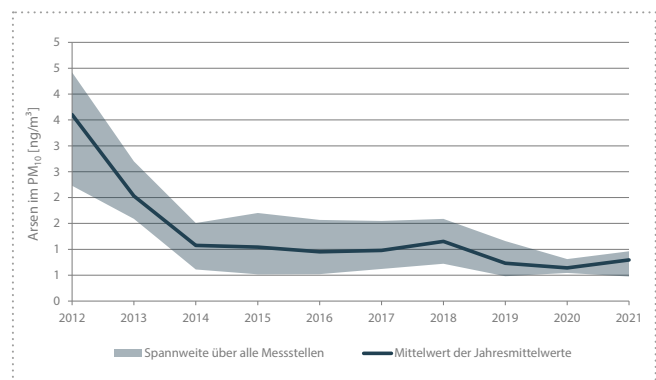


Abbildung 18: Landesweiter Jahresmittelwert des Arsengehalts im Feinstaub PM₁₀

Blei

Mit 3,4 bis 4,9 ng/m³ im Jahr 2021 sind die Bleigehalte im vergangenen Jahrzehnt auf weniger als die Hälfte des Wertes gesunken (2012: 9,5 ng/m³ im Landesdurchschnitt) (Abbildung 19). Der Grenzwert von 0,5 µg/m³ (= 500 ng/m³) wird etwa um das Hundertfache unterschritten.

Cadmium

Der Cadmiumgehalt des PM₁₀-Feinstaubes lag mit 0,1 ng/m³ geringfügig unter dem Vorjahresniveau (Abbildung 20). Der Grenzwert der 39. BImSchV von 5 ng/m³ wird deutlich unterschritten.

Nickel

Die Nickelkonzentrationen lagen mit durchschnittlich 2,1 ng/m³ höher als im Vorjahr, aber weit unter dem Grenzwert von 20 ng/m³ (Abbildung 21).

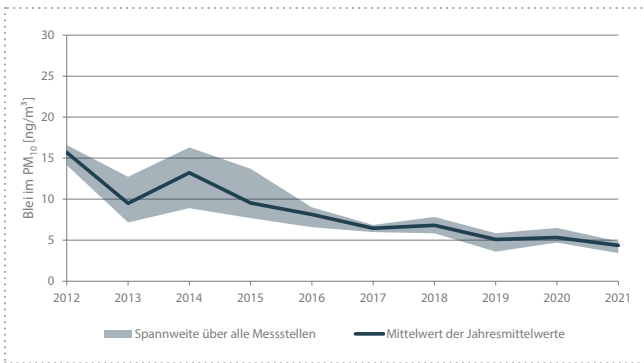


Abbildung 19: Landesweiter Jahresmittelwert des Bleigehalts im Feinstaub PM_{10}

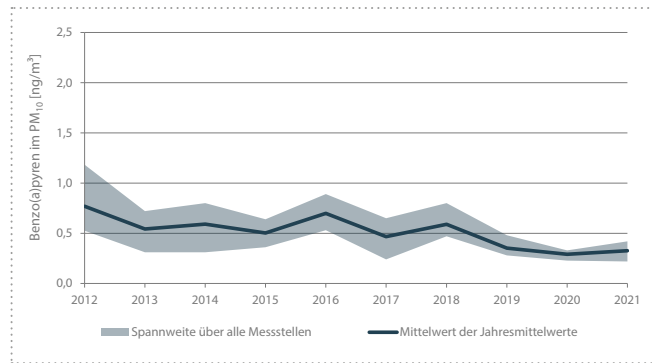


Abbildung 22: Landesweiter Jahresmittelwert des Benzo(a)pyren-Gehalts im Feinstaub PM_{10}

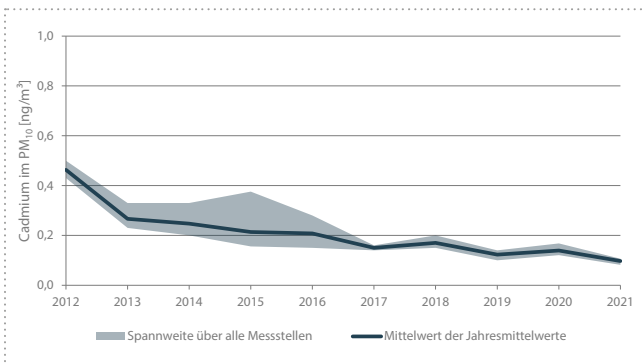


Abbildung 20: Landesweiter Jahresmittelwert des Cadmiumgehalts im Feinstaub PM_{10}

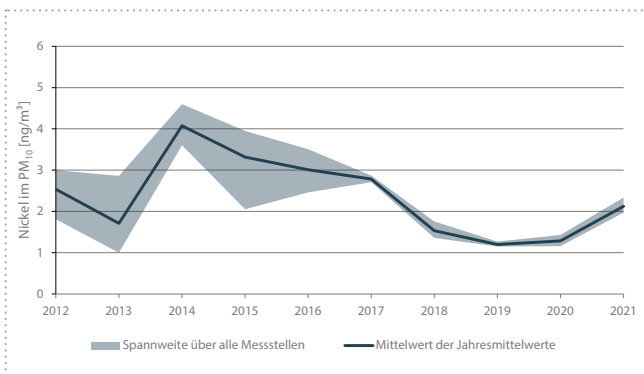


Abbildung 21: Landesweiter Jahresmittelwert des Nickelgehalts im Feinstaub PM_{10}

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Jahresmittelwerte der PAK-Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) im PM_{10} -Feinstaub lagen zwischen 0,2 und 0,4 ng/m^3 (Abbildung 22). Es war kein Unterschied in der Belastung zwischen städtischem Hintergrund, verkehrsbezogenem Messstandort und Flughafen festzustellen. Der Grenzwert von 1 ng/m^3 wird an allen Messstationen unterschritten.

Ruß

Die aus Kohlenstoff bestehenden Rußpartikel entstehen bei unvollständiger Verbrennung von fossilen Brennstoffen und organischem Material. Die Hauptquellen sind Verkehr und Hausbrand. Wegen ihres geringen Durchmessers von unter einem Mikrometer dringen Rußpartikel tief in die Atemwege ein und verursachen dort Entzündungsreaktionen. Außerdem lagern sich an ihrer Oberfläche oft weitere Schadstoffe wie zum Beispiel PAK an. Ein gesetzlicher Grenzwert ist nicht festgelegt, die WHO hat Dieselruß jedoch als krebserregend eingestuft [12]. Die Rußgehalte im Feinstaub lagen mit 1,6 bis 1,8 $\mu g/m^3$ etwa auf Vorjahresniveau, dabei war kein Unterschied zwischen der verkehrsbezogenen Messstation (Potsdam, Zeppelinstraße) und dem städtischen Hintergrund (Nauen, Blankenfelde-Mahlow) festzustellen.

3.7.2 Staubbiederschlag und atmosphärische Deposition

Die Staubbiederschlagswerte lagen mit 33 bis 50 $mg/(m^2 \cdot d)$ an 18 Messstationen und 39 $mg/(m^2 \cdot d)$ im Landesdurchschnitt etwa auf Vorjahresniveau (Abbildung 23). Der Immissionswert der TA Luft [13] von 350 $mg/(m^2 \cdot d)$ wird weit unterschritten.

Zusätzlich wurden an drei Messstellen in Teltow mittlere Staubbiederschläge von 38 bis 48 $mg/(m^2 \cdot d)$ ermittelt. Das Kapitel 5.2 enthält detaillierte Auswertungen zu dieser Sondermessung.

Mit dem Staubbiederschlag geht die Deposition der Inhaltsstoffe wie Schwermetalle einher, die sich dann im Boden und auch in Pflanzen anreichern können. Deshalb sind in der TA Luft Depositionswerte von 4 $\mu g/(m^2 \cdot d)$ für Arsen, 100 $\mu g/(m^2 \cdot d)$ für Blei, 2 $\mu g/(m^2 \cdot d)$ für Cadmium und 15 $\mu g/(m^2 \cdot d)$ für Nickel festgelegt [13].

Die Depositionswerte der TA Luft für Schwermetalle werden wie in den Vorjahren deutlich unterschritten. Die Gehalte im Staub lagen für Arsen zwischen 0,2 und 1,4 $\mu g/(m^2 \cdot d)$, für Blei bei 1 bis 2 $\mu g/(m^2 \cdot d)$, für Cadmium zwischen 0,03 und 0,08 $\mu g/(m^2 \cdot d)$ und für Nickel zwischen 0,9 und 4,8 $\mu g/(m^2 \cdot d)$.

An drei Standorten werden die PAK-Einträge über die atmosphärische Deposition mittels Bulk-Sammlern gemessen (VDI 4320 Blatt 4 [14]). Hier werden sowohl die trockene Deposition als auch die Einträge über den Niederschlag (nasse Deposition) erfasst.

Die Benzo(a)pyren-Gehalte waren mit 20 $ng/(m^2 \cdot d)$ an den Stationen Cottbus, Meisenweg und 22 $ng/(m^2 \cdot d)$ in Potsdam-Zentrum (städtischer Hintergrund) sowie in Hasenholz (Buckow) (ländlicher Hintergrund) mit 19 $ng/(m^2 \cdot d)$ gegenüber 2020 (16 – 19 $ng/(m^2 \cdot d)$) leicht erhöht.

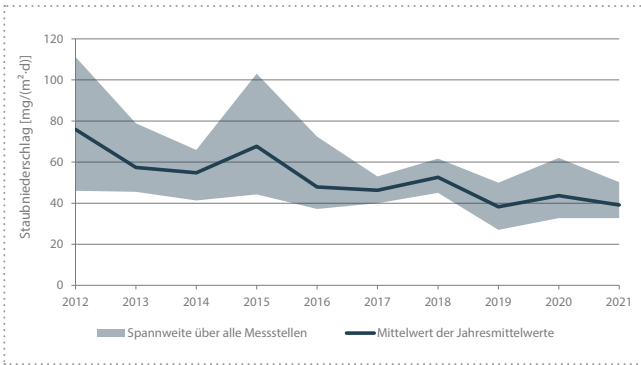


Abbildung 23: Landesweiter Jahresmittelwert des Staubniederschlags

Für Benzo(a)pyren als PAK-Leitsubstanz wird in Expertenkreisen ein Beurteilungswert von $0,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ($= 500 \text{ ng}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$) vorge-schlagen.

Auch die PAK-Gesamtgehalte lagen mit 110 bis $206 \text{ ng}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ hö-her als im Vorjahr (80 bis $100 \text{ ng}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$).

3.8 Messung Ultrafeiner Partikel

Neben Feinstaub der Korngrößen PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ sind vermehrt Ultrafeine Partikel (UFP) im Fokus der Diskussion über Luftschad-stoffe. Unter ultrafeinen Partikeln versteht man Schwebeteilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von bis zu $0,1 \mu\text{m}$ ($= 100 \text{ nm}$). Das ist höchstens ein Hundertstel der Größe von PM_{10} . Sie gelangen sowohl auf natürlichem Wege, zum Beispiel durch Waldbrände oder Vulkanausbrüche, als auch durch Ver-brennungsprozesse in Industrie, Verkehr, Energiewirtschaft und Heizungen in die Luft. Außerdem können UFP auch durch phy-sikalische beziehungsweise chemische Prozesse (zum Beispiel Kondensation) aus gasförmigen Luftschadstoffen wie Schwefel-dioxid und organischen Substanzen entstehen.

Gesundheitlich relevant sind UFP, da sie beim Einatmen sehr tief bis in die Lungenbläschen eindringen und von dort in die Blut-bahn und in andere Organe gelangen und sich dort anreichern können. Zusätzlich können auf der UFP-Oberfläche angelagerte Schadstoffe wie zum Beispiel Benzol oder PAK auf diesem Weg im gesamten Körper verteilt werden. Nach derzeitigem Kenntnis-stand bestehen Zusammenhänge zwischen der UFP-Exposition und Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie eventuell auch Diabetes. Allerdings reicht nach Einschätzung der WHO die Datenlage noch nicht zur Ableitung von Richt- oder Grenz-werten aus [15]. Daher gibt es bisher keine gesetzliche Verpflich-tung, die Ultrafeinen Partikel in der Umgebungsluft zu messen.

Im Gegensatz zu den Feinstaubfraktionen PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$, die als Masse pro Volumeneinheit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemessen werden, werden die UFP als Anzahl der Partikel pro Kubikzentimeter Luft (Parti-kelanzahlkonzentration) erfasst. In den vergangenen Jahren gab es große Fortschritte in der UFP-Immissionsmesstechnik, die sich unter anderem in den erarbeiteten Standards der Richtlinie VDI 3867 Blatt 2 [16], VDI 3867 Blatt 3 [17] und DIN CEN/TS 16976 [18] niederschlägt. Ein Referenzmessverfahren wie bei den gesetzlich geregelten Luftschadstoffen gibt es allerdings noch nicht.

Die im Jahr 2019 begonnenen kontinuierlichen Messungen der Partikelanzahlkonzentrationen haben wir im Jahr 2021 an den Sta-tionen Cottbus und Blankenfelde-Mahlow fortgesetzt, ebenso die Betreiber-gesellschaft des Flughafens Berlin-Brandenburg an Ihrer Vorfeld-messstation. Zusätzlich haben wir 2021 begonnen, die UFP

im Spreewald im ländlichen Hintergrund zu ermitteln. Die Jahres-mittelwerte der Partikelzahlen lagen mit $5150 \text{ P}/\text{cm}^3$ in Cottbus und $6093 \text{ P}/\text{cm}^3$ in Blankenfelde-Mahlow etwa auf dem Niveau der Vor-jahre. Am Flughafen Schönefeld lag die UFP-Anzahlkonzentration mit $13955 \text{ P}/\text{cm}^3$ im Durchschnitt mehr als doppelt so hoch wie im städtischen Hintergrund und erreichte nach niedrigeren Werten im Vorjahr wieder das Niveau von 2019. Deutlich niedriger lag die mitt-lere UFP-Anzahlkonzentration im Spreewald mit $3360 \text{ P}/\text{cm}^3$.

Die Luftgütemessstation am Flughafen Schönefeld befindet sich am Ostende der nördlichen Start- und Landebahn. Der Flugbe-trieb einschließlich Abfertigung und Vorfeldaktivitäten spielt sich westlich des Messcontainers ab, so dass die Auswertung der UFP-Zahlen in Abhängigkeit von der Windrichtung deutlich höhere Partikelanzahlen bei Winden aus südwestlichen und westlichen Richtungen als bei Ost-, Süd- oder Nordwind (Abbildung 24) zeigt. An den Messstationen Cottbus und Blankenfelde-Mahlow ist kein solch ausgeprägter Zusammenhang zwischen Windrich-tung und Anzahl der ultrafeinen Partikel zu erkennen.

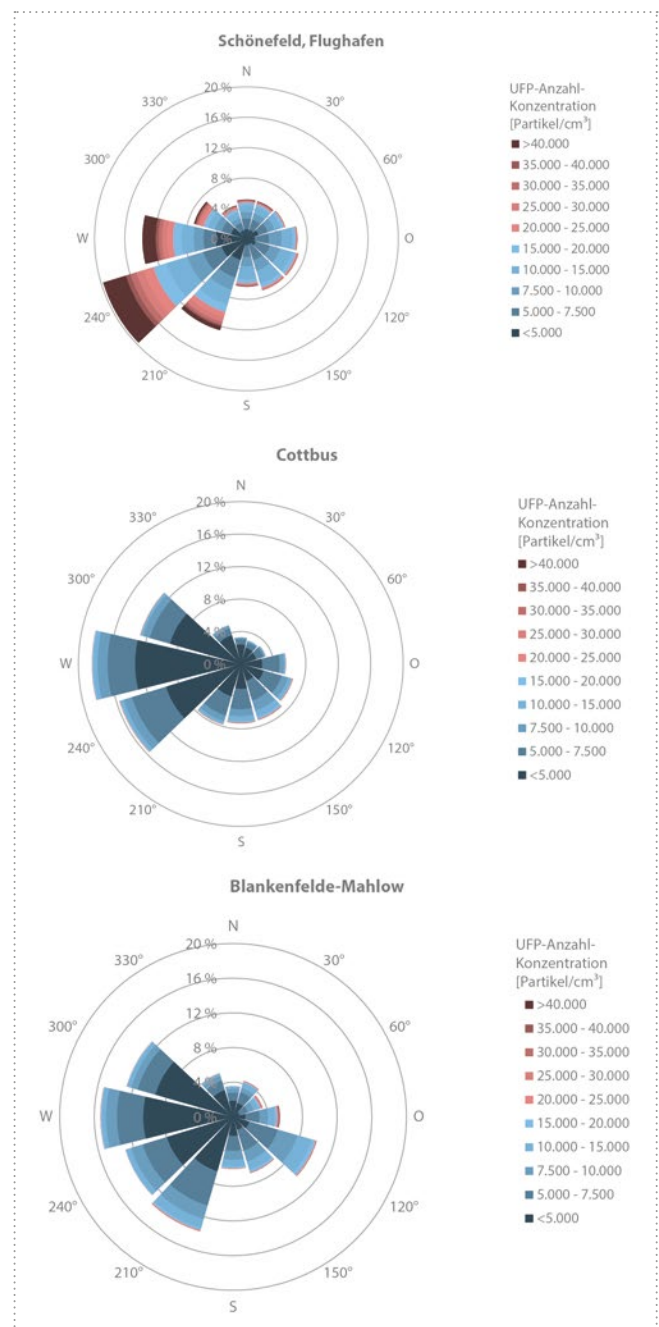


Abbildung 24: Partikelanzahlkonzentrationen in Abhängigkeit von der Windrichtung

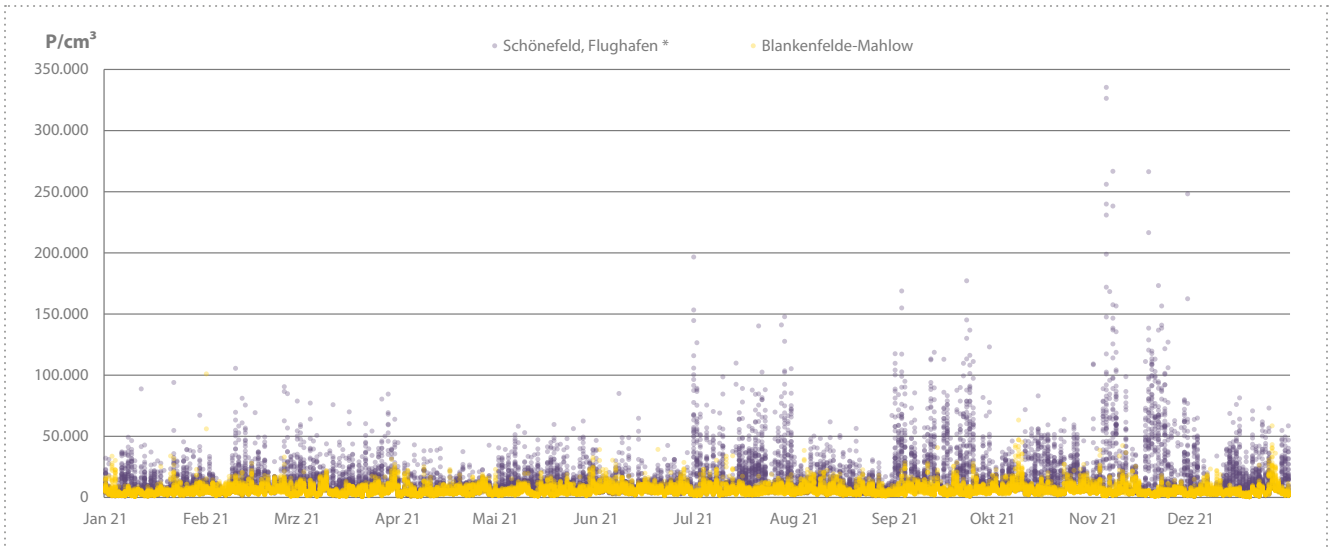


Abbildung 25: Datensatz der UFP-Partikelanzahlkonzentrationen im Jahresverlauf an den Messstationen am Flughafen Schönefeld und in Blankenfelde-Mahlow (Halbstundenmittelwerte)

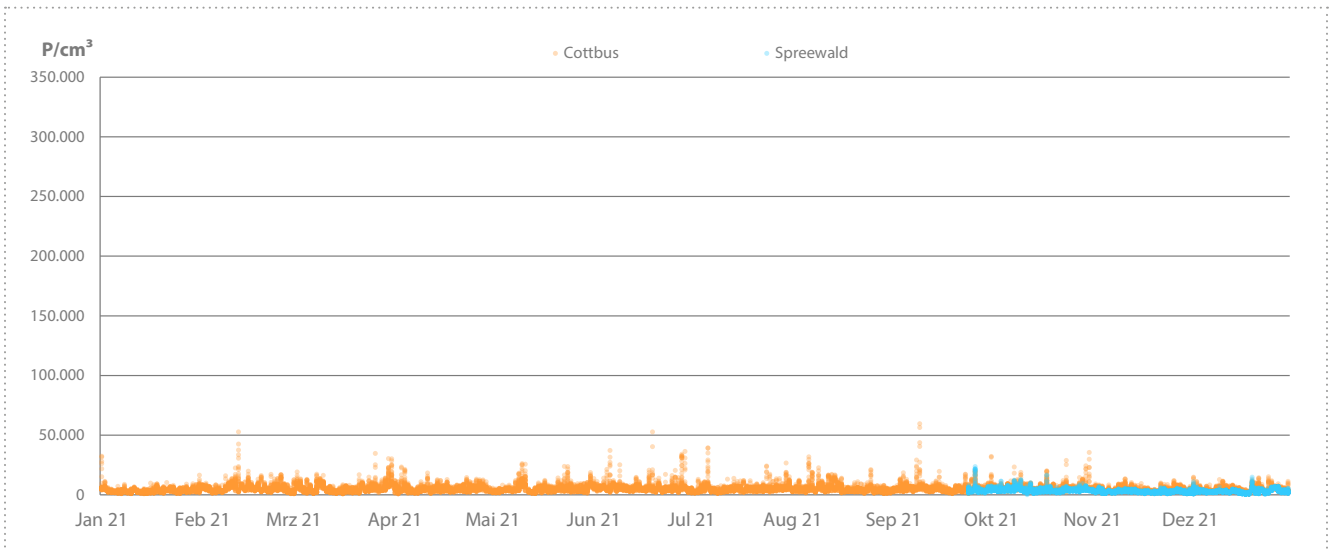


Abbildung 26: Datensatz der UFP-Partikelanzahlkonzentrationen im Jahresverlauf an den Messstationen in Cottbus und im Spreewald (Halbstundenmittelwerte)

Die Abbildungen 25 und 26 zeigen alle Einzelwerte (Halbstundenmittelwerte) der UFP-Messungen 2021. Deutlich hervor sticht auch hier das Immissionsmuster an der Station Flughafen Schönefeld. Während der Großteil der Messwerte an den Vergleichsstandorten ungefähr auf gleichbleibendem Niveau ohne große Abweichungen vom Jahresmittelwert liegen, weisen sie am Flughafen Schönefeld eine wesentlich breitere Streuung auf. Diese korrespondiert mit den oben gezeigten hohen Konzentrationen aus den Windrichtungen des Abfertigungs- und Vorfeldbetriebs.

Die neu gestartete Messung im Spreewald deutet bereits auf ein nochmals gegenüber dem städtischen Hintergrund niedrigeres Immissionslevel der Ultrafeinen Partikel im ländlichen Hintergrund Brandenburgs hin. Spitzenwerte der Größenordnung wie direkt am Flughafen Schönefeld traten hier bislang nicht auf.

Der Vergleich der mittleren Wochengänge und Tagesgänge der UFP-Konzentrationen zeigt den Unterschied im Konzentrationsniveau zwischen der Station am Flughafen Schönefeld, den Hintergrundmessstationen Cottbus und Blankenfelde-Mahlow sowie

dem ländlichen Hintergrund in Spreewald (Abbildung 27, oben). Während die Anzahlkonzentrationen an den Vergleichsstationen sowohl im Tages- als auch im Wochengang auf relativ gleichbleibendem Niveau bleiben, zeichnet sich am Flughafen ein deutlicher Tagesgang ab. In den Nachtstunden ohne Flugverkehr sind die Partikelzahlen etwa auf gleicher Höhe mit denen der Hintergrundmessstationen. In den frühen Morgenstunden mit Beginn des Flugbetriebs steigen sie dann steil an und verbleiben bis zum Abend relativ hoch. An Samstagen und Sonntagen sind die Unterschiede der UFP-Konzentrationen zum Flughafen nicht so stark ausgeprägt wie an Werktagen. Insgesamt sind die mittleren Immissionsspitzenwerte hier mit bis zu etwa 25.000 Partikel pro Kubikzentimeter im Jahr 2021 deutlich höher als im Vorjahr (bis zu 13.000 P/cm³) und erreichen etwa wieder die Spitzenwerte von 2019 (bis zu 23.000 P/cm³).

Im Vergleich dazu unterscheiden sich die Tages- und Wochengänge der PM_{2,5}-Konzentrationen an den vier Messstationen verhältnismäßig wenig (Abbildung 27, unten). Die Kurven verlaufen nahezu parallel auf leicht unterschiedlichem Niveau mit weniger ausgeprägten Schwankungen im Tages- und Wochenverlauf.

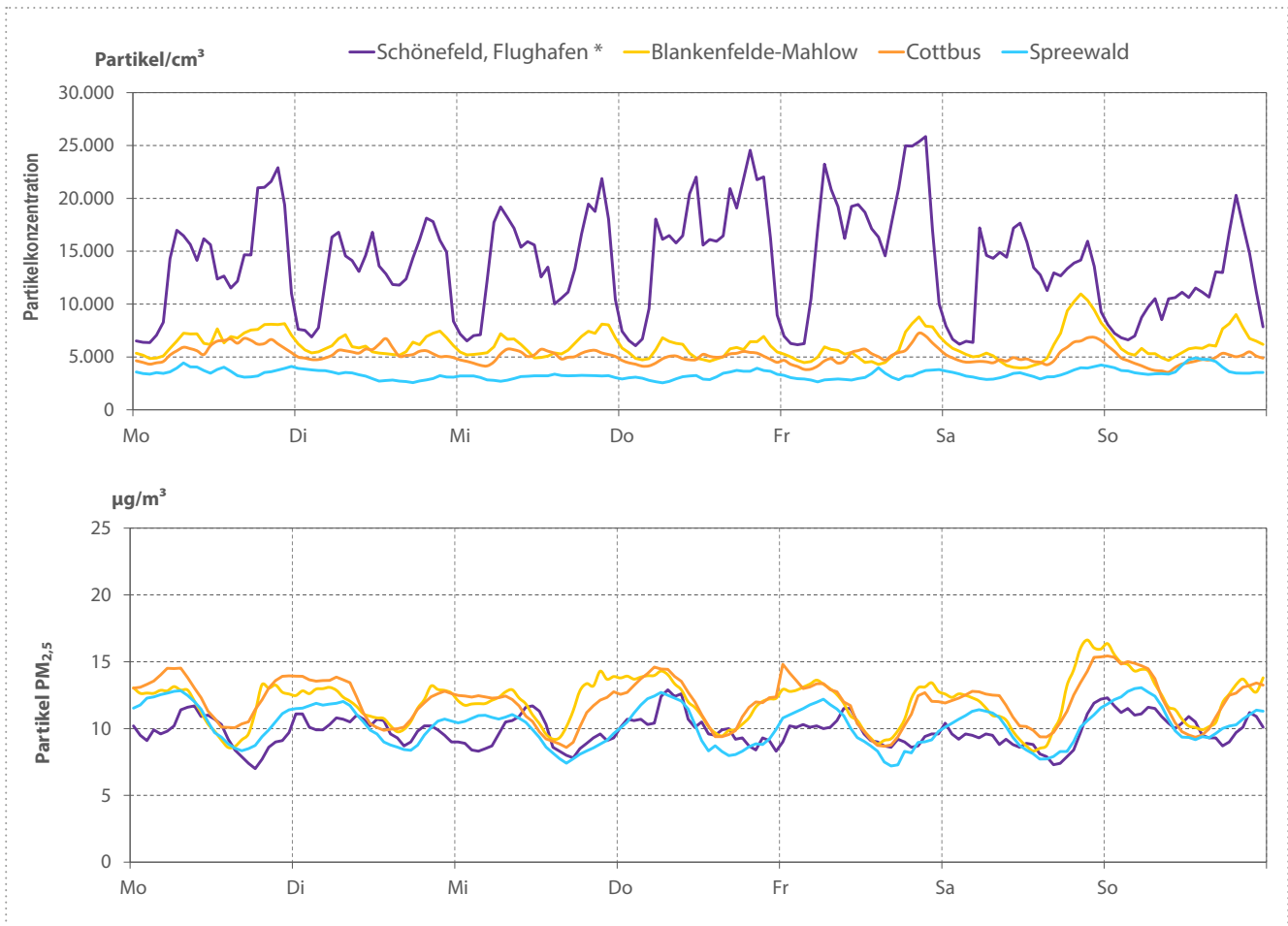


Abbildung 27: Mittlerer Wochengang UFP und PM_{2,5} im Zeitraum 01.01.2021 bis 31.12.2021

4 Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe

4.1 Emissionen PRTR-pflichtiger Betriebe

Nach der E-PRTR-Verordnung EG 166/2006 vom 18. Januar 2006 [19] (*Pollutant Release and Transfer Register*, deutsch: Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister) und dem Gesetz zur Ausführung des PRTR vom 6. Juni 2007 [20] sind Betriebe, in denen PRTR-Tätigkeiten durchgeführt werden und die Emissionen oberhalb festgelegter Schwellenwerte verursachen, zu einer jährlichen Berichterstattung verpflichtet (Tabelle 4). Das erste Berichtsjahr war 2007.

Aufgrund der Schwellenwerte wird mit der Berichterstattung nach PRTR nur ein geringer Anteil aller Betriebe erfasst. Dies betrifft in der Regel ausschließlich große Industriebetriebe, die den dominierenden Anteil der Emissionen insgesamt stellen.

Während die Emissionen für SO₂, NO_x und PM₁₀ zum großen Teil aus den Energieerzeugungs- beziehungsweise Verbrennungsanlagen resultieren, werden die Ammoniak-Emissionen (NH₃) durch die zahlreichen landwirtschaftlichen Anlagen verursacht.

Seit dem Inkrafttreten der Atomgesetznovelle vom 31.07.2011 [21] wurden in Deutschland zwölf Kernkraftwerke stillgelegt, davon sechs bereits im August 2011. Zum Ausgleich der weggefallenen Leistung erhöhten sich bei den Kohlekraftwerken in Brandenburg sowohl die Einsatzzeiten unter Volllastbetrieb als auch die produzierte Strommenge. Dies führte zu einem vorübergehenden leichten Anstieg der SO₂-Gesamtemissionen in den Jahren 2012 und 2013. Von 2014 bis 2020 war wieder ein Rückgang der SO₂-Emissionen zu verzeichnen. Im Jahr 2021 lagen die SO₂- und auch die NO_x-Emissionen etwas höher als in den Vorjahren. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Daten für das Jahr 2021 vorläufig und noch mit größeren Unsicherheiten behaftet sind. Aufgrund technischer Umstellungen beim Dateneingang konnten die PRTR-Daten erst verspätet von den Betrieben gemeldet werden und die anschließende Plausibilisierung durch die Behörde starten.

4.2 Straßenverkehrsemissionen

Basis für die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen sind die Fahrleistungsabschätzungen für das Land Brandenburg sowie die sich jährlich verändernden Emissionsfaktoren für alle Kfz je nach Zusammensetzung der Flotte beziehungsweise der Anteile von Kfz entsprechender Emissionsminderungsstandards.

Das Verkehrsaufkommen im Land Brandenburg, sowohl des Personenverkehrs als auch des Güterverkehrs, stieg in den Jahren 2015 bis 2017 an. So wuchs die Fahrleistung auf dem Autobahnnetz im Jahr 2015 um 3 bis 4 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Im Jahr 2020 war pandemiebedingt ein Einbruch der Fahrleistungen um 10 Prozent zu verzeichnen, vor allem beim Personenverkehr. Dies wurde im Jahr 2021 mit einer Erhöhung der Fahrleistung um 2,4 Prozent im Vergleich zum Vorjahr wieder leicht angeglichen. Die Abnahme ist aber mit rund 8 Prozent Differenz zu den Jahren 2016 bis 2019 immer noch deutlich zu erkennen.

Der konjunkturbedingte Trend steigender Fahrleistungen gerade des Schwerverkehrs auf den Bundesautobahnen schwächte sich ab 2018 ab und war in 2019 teilweise rückläufig. Im Jahr 2020

Tabelle 4: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe (kt/a)

Schadstoff	SO ₂	NO _x	NH ₃	NMVOC	PM ₁₀
Schwellenwert	0,15	0,1	0,01	0,1	0,05
Emissionen					
2007	41,6	33,8	1,5	2,8	1,6
2008	38,0	32,7	1,5	2,6	1,5
2009	36,2	30,8	1,5	2,3	1,5
2010	34,8	32,3	1,4	3,3	1,4
2011	36,6	36,0	1,4	3,2	1,6
2012	39,6	36,3	1,5	4,2	1,8
2013	39,0	36,6	1,5	4,1	1,4
2014	36,1	35,7	1,6	4,1	1,4
2015	34,9	35,2	1,7	3,6	1,3
2016	32,1	34,6	1,5	3,6	1,3
2017	30,2	34,5	1,6	4,1	1,3
2018	30	35,1	1,6	4,6	1,5
2019	26,7	28,6	1,5	3,7	1,3
2020	21,8	24,7	1,5	5,0	1,2
2021*	23,1	25,4	1,4	3,7	1,2
Anzahl berichtspflichtiger Betriebe					
2007	10	24	58	4	8
2008	8	20	64	4	7
2009	7	23	65	3	7
2010	7	23	66	4	5
2011	8	26	61	4	7
2012	8	28	68	5	9
2013	9	28	69	5	8
2014	10	27	72	5	9
2015	9	27	76	5	9
2016	10	28	68	5	8
2017	7	26	70	5	9
2018	9	28	69	4	8
2019	9	27	62	5	7
2020	8	27	66	5	9
2021*	8	24	59	6	9

* vorläufige Daten

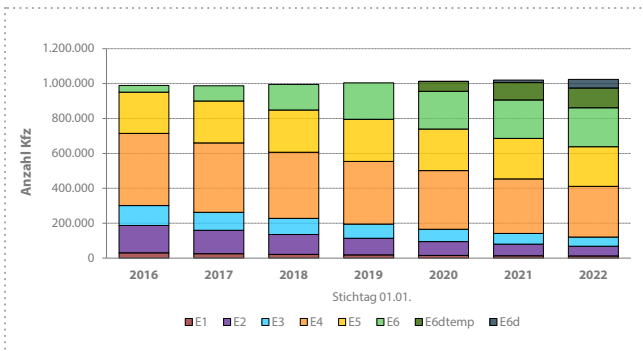


Abbildung 28: Differenzierung des Otto-Pkw-Bestandes nach Abgasminderungsklassen im Land Brandenburg

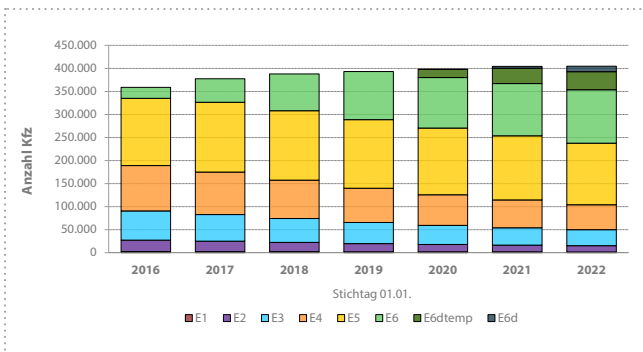


Abbildung 29: Differenzierung des Diesel-Pkw-Bestandes nach Abgasminderungsklassen im Land Brandenburg

sank pandemiebedingt die Fahrleistung des Lkw-Verkehrs weiter um 1 Prozent ab. In 2021 stieg die Fahrleistung des Schwerverkehrs erstmals wieder um 3 Prozent gegenüber dem Vorjahr an.

Die Anzahl der zugelassenen Kfz nahm von 2016 bis 2020 jährlich zwischen 1,4 bis 1,8 Prozent zu [22]. Bei den Pkw waren diese Zuwachsraten mit maximal 1,3 Prozent im gleichen Zeitraum geringer. Dieser Trend setzte sich bei den zugelassenen Kfz auch im Jahr 2021 fort, hier jedoch bei den Pkw mit 0,8 Prozent weniger stark. Der Bestand der Diesel-Pkw an allen Pkw erhöhte sich bis 2017 auf 28 Prozent. Danach stagnierte dieser Anteil. Bei den Lkw nahmen die Bestandszahlen von 2016 bis 2021 weiter zu, wobei eine stärkere Zunahme der Anteile leichter Nutzfahrzeuge (< 3,5 t) gegenüber dem Schwerverkehr (≥ 3,5 t) festgestellt wurde.

Der Motorisierungsgrad lag 2021 bei 726 Kfz/1000 EW beziehungsweise bei 579 Pkw/1000 EW.

Infolge der weiter verschärften Abgasgesetzgebung wurden ab dem Jahr 2015 die Kfz nach der Abgasnorm EURO6 zugelassen. Zum 1. Januar 2022 waren nach der schärferen Abgasnorm EURO6d-Temp beziehungsweise EURO6d schon 162000 Otto-Pkw (Abbildung 28) sowie 51000 Diesel-Pkw (Abbildung 29) im Bestand. Pkw ohne Abgasreinigung wurden immer häufiger stillgelegt und spielen im Straßenverkehr keine Rolle mehr. Der Anteil der Diesel-Pkw an allen zugelassenen Pkw betrug rund 28 Prozent. Da Diesel-Pkw höhere Fahrleistungen aufweisen als Pkw mit Otto-Motor, kann davon ausgegangen werden, dass derzeit mehr als jeder dritte Pkw im fahrenden Verkehr innerorts ein Diesel-Pkw ist.

Tabelle 5: Kfz-Bestand im Land Brandenburg nach Kraftstoffarten zum 01.01.2022 nach [23]

	Krad	Pkw	Bus	Lkw gesamt	Lkw nach zulässiger Nutzlast in kg		Zugmaschinen		übrige Kfz	Kfz
					bis 1999	ab 2000	Acker- schlepper	Sattel- zug		
Benzin	147955	992394	7	7765	7663	100	6743	1	584	1155449
Diesel	109	408417	2356	143367	126151	17128	40701	7580	13240	615770
Flüssiggas (einschließlich bivalent)	3	11095	0	1196	1192	3	1	0	25	12320
Erdgas (einschließlich bivalent)	2	2768	32	675	635	40	0	152	7	3636
Elektro	521	12093	23	478	469	9	23	0	9	13147
Hybrid	12	41400	47	56	54	2	2	0	6	41523
davon Plug-in	0	11202	0	5	5	0	0	0	1	11208
Sonstige	53	484	1	18	14	4	56	16	7	635
Summe	148602	1468167	2465	153537	136164	17282	47470	7733	13871	1841845
Anteil alternativer Antriebe	0,4 %	4,6 %	4,2 %	1,6 %	1,7 %	0,3 %	0,2 %	2,2 %	0,4 %	3,9 %

Im Kfz-Bestand stieg der Anteil der Fahrzeuge mit alternativen Antriebssystemen (Tabelle 5) weiter an [23]. Bei den Pkw – bezogen auf alle Fahrzeuge der jeweiligen Kfz-Klasse – fand eine Erhöhung im Vergleich zum Vorjahr 2020 (3 Prozent) auf 4,6 Prozent statt. Der Bestand von Pkw mit hybriden- und reinen Elektro-Antrieben verdoppelte sich im Jahr 2021 gegenüber dem Vorjahr erneut. Dieser Anteil an allen Pkw betrug zum 1. Januar 2021 3,6 Prozent. Die Kfz-Emissionen wurden mithilfe der aktuellen Version 4.2 des Handbuchs der Emissionsfaktoren (HBEFA) [24] bestimmt (Abbildung 30). Hier kann es aufgrund aktueller Erkenntnisse zum Emissionsgeschehen zu Unterschieden gegenüber früheren Berechnungen kommen. Bei allen Luftschadstoffen waren Emissionsminderungen über die Jahre zu verzeichnen, da der beschriebene Austausch von Fahrzeugen mit hohem Schadstoffausstoß gegen Kfz mit modernen Abgasminderungssystemen wirkte. Zum 1. Januar 2022 waren 38 Prozent der Otto-Pkw und 41 Prozent der Diesel-Pkw nach EURO6-Norm zugelassen. Zu beachten ist, dass bei den nachfolgenden Berechnungen von Emissionen auf Basis des HBEFA das reale Emissionsverhalten berücksichtigt wird – und nicht etwa die auf dem Rollenprüfstand ermittelten Werte.

Die Kohlenwasserstoffemissionen (HC) und damit auch die Benzolemissionen gingen von 2016 bis 2021 um 24 Prozent zurück. Ursache war das fast vollständige Verschwinden von 2-Takt-Pkw sowie 4-Takt-Pkw ohne G-Kat. Die Kräder tragen bei einem Fahrleistungsanteil knapp über 2 Prozent, aber 17 Prozent der Emissionen überproportional bei. Der Emissionsanteil des Güterverkehrs an den Kohlenwasserstoffemissionen ist mit 6 Prozent als geringfügig zu betrachten.

Die Stickoxidemissionen (NO_x) gingen von 2016 bis 2021 um 41 Prozent zurück. Der Personenverkehr ist mit 61 Prozent an den NO_x -Emissionen beteiligt. Die NO_x -Emissionen bestehen aus NO und NO_2 . Problematisch für die Einhaltung des NO_2 -Immissionsgrenzwertes ist, dass der Anteil des direkt aus dem Auspuff ausgestoßenen NO_2 mit zunehmendem Einsatz von Oxidationskatalysatoren bei Diesel-Kfz stagnierte. Erst ab 2018 nahmen mit Einführung von EURO6 auch diese Emissionen ab.

Die Partikelemissionen setzen sich aus den direkten verbrennungsbedingten Emissionen und den Partikeln kleiner als $10\ \mu\text{m}$ zusammen, die durch Aufwirbelungs- und Abriebprozesse an Kupplung, Bremsen, Reifen und Fahrbahn entstehen. Es ist bekannt, dass letztere vor allem im städtischen Straßennetz in Folge zahlreicher Abbrems- und Beschleunigungsvorgänge den deutlich überwiegenden Anteil der Partikelemissionen ausmachen. Dieser Anteil kann durch abgasbezogene Maßnahmen wie zum Beispiel Partikelfilter nicht beeinflusst werden. Das ist ein Grund für die geringe Abnahme der Partikelemissionen von 13 Prozent zwischen 2016 und 2021. Betrachtet man allein die Abgasemissionen, so reduzierten sich diese trotz Zunahme des Kfz-Diesel-Anteils im gleichen Zeitraum um 49 Prozent. Trotz fast gleichbleibender Fahrleistung im Vorjahresvergleich 2021 zu 2020 findet eine Reduktion der Abgas-Partikel um 11 Prozent statt.

Bei allen betrachteten Emissionen ist der Corona-Effekt auch 2021 noch deutlich zu erkennen. Besonders auffällig ist dies jedoch bei den Partikelemissionen. So beträgt die Abnahme von Partikelemissionen von 2021 zu Vor-Corona-Zeiten (2019) 10 Prozent aller Partikelemissionen beziehungsweise 27 Prozent der Abgas-Partikel.

Der Güterverkehr trug 2021 zu 42 Prozent an den gesamten Partikelemissionen sowie zu 49 Prozent an den verbrennungsbedingten direkten Emissionen bei. Da vor allem die feineren Partikel mit Durchmessern unter $1\ \mu\text{m}$ eine hohe gesundheits-schädigende Relevanz besitzen, ist bei der Emissionsminderung verstärkt auf die Reduzierung der Primäremission hinzuwirken.

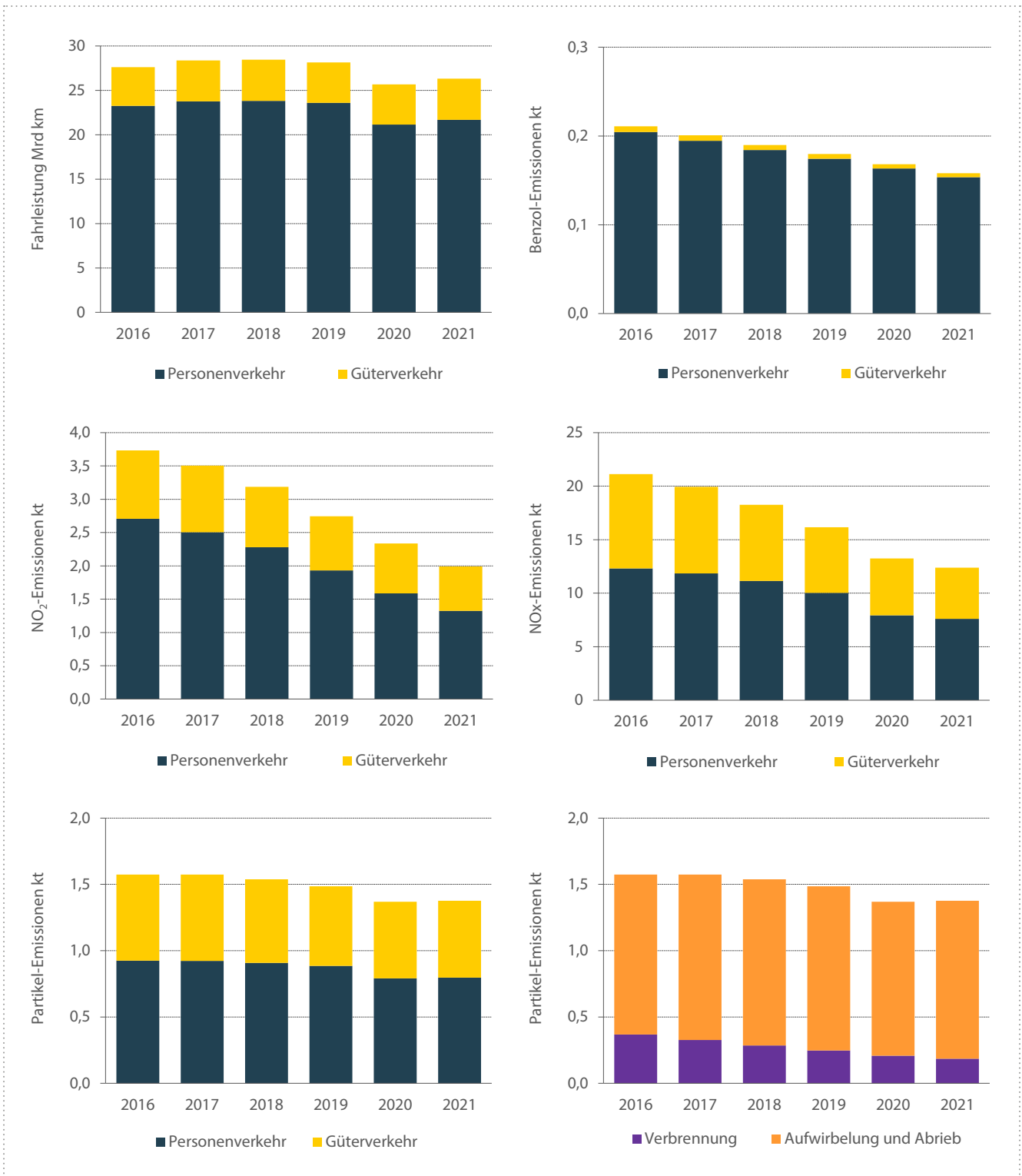


Abbildung 30: Emissionen und emissionsrelevante Daten des Straßenverkehrs im Land Brandenburg unter Verwendung der Emissionsfaktoren aus HBEFA 4.2

5 Sonderuntersuchungen

5.1 Neue Leitlinien der WHO zur Luftqualität

Im Jahr 2021 präsentierte die WHO eine Aktualisierung ihrer Empfehlungen für das wünschenswerte Immissionsniveau der wichtigsten Luftschadstoffe [10]. Die vorgeschlagenen gesundheitsbezogenen Zielwerte der neuen Global Air Quality Guidelines (AQG) sind zum Teil Aktualisierungen der bisherigen Zwischenziele von 2005 [25]. Der direkte Vergleich offenbart eine deutliche Verschärfung des anvisierten AQG-Niveaus (Tabelle 7). Es soll stufenweise über sogenannte *Interim Targets* (Zwischenziele) erreicht werden. Derzeit existiert noch keine zeitliche Vorgabe, ab wann welche Stufe gelten soll.

Die ambitionierten Ziele (Tabelle 6) setzen ein deutliches Zeichen, dass die Verbesserung der Luftqualität auch zukünftig ein wichtiges Thema weltweit ist. Global gesehen wird die Luftverschmutzung als massive Belastung für die menschliche Gesundheit und wichtigste Ursache für sogenannte vorzeitige Todesfälle gesehen [26].

Unter den aktuellen, in Europa und Deutschland geltenden gesetzlichen Grenzwerten verzeichneten wir für das Jahr 2021 im Land Brandenburg keinerlei Überschreitung. Wie würde die Situation aussehen, wenn man die vorgeschlagenen WHO-Richtwerte auf das Jahr 2021 anwenden würde? Dieses Szenario hat das Umweltbundesamt für Deutschland insgesamt bereits durchgespielt und untersucht, welcher prozentuale Anteil der Messstellen in Deutschland das jeweilige WHO-Ziel erreichen beziehungsweise reißen würde [11].

Wir haben die Auswertung analog allein mit unseren Messstationen im Luftgütemessnetz Brandenburg durchgeführt. Das Ergebnis ist in Abbildung 31 dargestellt. Bei Einführung der Interim Targets 1 würde keine Messstation eine Überschreitung aufweisen. Interim Target 2 würde an allen Messstationen mindestens zu einer Überschreitung des 8-Stundenmittels für Ozon führen. Unter Interim Target 3 wiesen zusätzlich 76% der Brandenburger Messstellen eine Überschreitung des NO_2 -Jahreswerts von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Würde Interim Target 4 greifen, wären in 2021 überdies 92% der Messstellen für $\text{PM}_{2,5}$ von Überschreitung betroffen gewesen. Die PM_{10} -Messungen hingegen bleiben bis dahin ohne Überschreitung. Diese würden erst bei Verbindlichkeit des WHO-Zielwerts von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel auftreten, wobei 64% der Messstellen eine Überschreitung gemessen hätten.

Tabelle 7: Vergleich der WHO-Richtwerte der Air Quality Guidelines 2005 und 2021

Luftschadstoff	AQG (Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	2005	2021
$\text{PM}_{2,5}$	10	5
PM_{10}	25	15
NO_2	40	10

Tabelle 6: Zielwerte der WHO Global Air Quality Guidelines 2021

Luftschadstoff	Zeitraum	Interim Targets				AQG Niveau
		1	2	3	4	
$\text{PM}_{2,5}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Jahreswert	35	25	15	10	5
	Tageswert	75	50	37,5	25	15
PM_{10} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Jahreswert	70	50	30	20	15
	Tageswert	150	100	75	50	45
Ozon [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Maximale erlaubte Belastung in der Hochsaison *	100	70	-	-	60
	Maximaler 8-Stundenwert **	160	120	-	-	100
NO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Jahreswert	40	30	20	-	10
	Tageswert	120	50	-	-	25
SO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Tageswert	125	50	-	-	40
CO [mg/m^3]	Tageswert	7	-	-	-	4

* Als Hochsaison ist der Zeitraum April bis September definiert, das sind die sechs Monate mit der höchsten mittleren Ozonbelastung.

** Definiert als das 99-Perzentil der jährlichen Verteilung der mittleren Tageskonzentration.











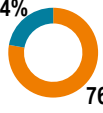






	PM _{2,5} : Jahresmittelwert	PM ₁₀ : Jahresmittelwert	NO ₂ : Jahresmittelwert	Ozon: Maximaler täglicher 8-Stundenwert
Interim Target 1	 0% > 35 µg/m ³	 0% > 70 µg/m ³	 0% > 40 µg/m ³	 0% > 160 µg/m ³
Interim Target 2	 0% > 25 µg/m ³	 0% > 50 µg/m ³	 0% > 30 µg/m ³	 100% > 120µg/m ³
Interim Target 3	 0% > 15 µg/m ³	 0% > 30 µg/m ³	 24% 76% > 20 µg/m ³	Kein Interim Target
Interim Target 4	 8% 92% > 10 µg/m ³	 0% > 20 µg/m ³	Kein Interim Target	Kein Interim Target
Interim Target 5	 100% > 5 µg/m ³	 36% 64% > 15 µg/m ³	 20% 80% > 10 µg/m ³	 100 % > 100 µg/m ³

Abbildung 31: Projektion der Brandenburger Luftqualität in das Regime der WHO AQG 2021 - Anteil der Messstationen mit Einhaltung des jeweiligen Targets/Richtwerts (hellgrün, Prozent-Angabe links oben) beziehungsweise Überschreitung (dunkelrot, Prozent-Angabe rechts unten)

5.2 Sondermessung von Staubbiederschlag am Güterbahnhof Teltow

5.2.1 Anlass

Südlich des Teltower Bahnhofs für den Regionalverkehr schließt sich ein Güterbahnhof an. Hier werden regelmäßig auch Schüttgüter angeliefert und vor Ort auf Lastkraftwagen umgeschlagen. Schon seit einigen Jahren fühlt sich die Anwohnerschaft unter anderem von den hervorgerufenen Staubbimmissionen belästigt. Die wiederholten Eingaben und Beschwerden sind Gegenstand der immissionsschutzrechtlichen Anlagenüberwachung im LfU. Bei

einer gemeinsamen Ortsbegehung zusammen mit Bürgerinnen und Bürgern, der Stadtverwaltung, dem LfU-Luftgütemessnetz sowie einem Betreibervertreter Anfang September 2020 wurden Staubbemissionen und -ablagerungen auf Gartenpflanzen und parkenden Autos diskutiert, Einschätzungen ausgetauscht und Vorhaben besprochen. Das Luftgütemessnetz Brandenburg betreibt ein Standardmessverfahren für betreffende Immissionen. Es initiierte eine Kampagne zur messtechnischen Untersuchung des Staubbiederschlags (SNS) im Bahnhofsumfeld. Ziel sollte es sein, die erhobenen Werte mit den zulässigen Immissionswerten aus der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft [13]) ins Verhältnis setzen zu können.

5.2.2 Räumliche Situation und Messstellenbeschreibung

Als Verursacher für möglicherweise ungewöhnlich hohe Staubbelastungen kommen unter anderem die Verladearbeiten am Gleisanschluss selbst sowie an- und abfahrende Lkw im Umfeld in Frage. Diese erreichen den Güterbahnhof allein von der Mahlower Straße aus. Über eine eigens gebaute Privatstraße (Zum Güterbahnhof) des Güterbahnhofbetreibers ist die nördliche Zufahrt mit zweimaligem Abbiegen auf kurzem Wege zu erreichen. Alternativ besteht die Möglichkeit einer Zufahrt zum Gelände im Süden, wobei die Anliegerstraße Robert-Koch-Straße passiert werden muss. An der Robert-Koch-Straße befinden sich außerdem ein Baustoffhandel und eine Asphaltmischanlage, die entsprechende Verkehre mit sich bringen (vergleiche

Abbildung 32). An den beschriebenen Straßen haben wir zwei Messpunkte installiert, welche die gewerbe- und verkehrseinflussten Gesamtbelastungen im Umfeld des Güterbahnhofs erfassen sollten.

Westlich, abseits der Bahnlinie und des Güterbahnhofs und somit im Luv des Areals der Staubemissionen, liegt das reine Wohngebiet Musikerviertel. In einem lockeren Grünstreifen an der Richard-Wagner-Straße haben wir einen dritten Messpunkt errichtet. Die genauen Standorte und Koordinaten der Messpunkte sind in Tabelle 8 gelistet. Abbildung 33 zeigt Fotos direkt nach der Aufstellung und vor Einzäunung der Probenahmetechnik.

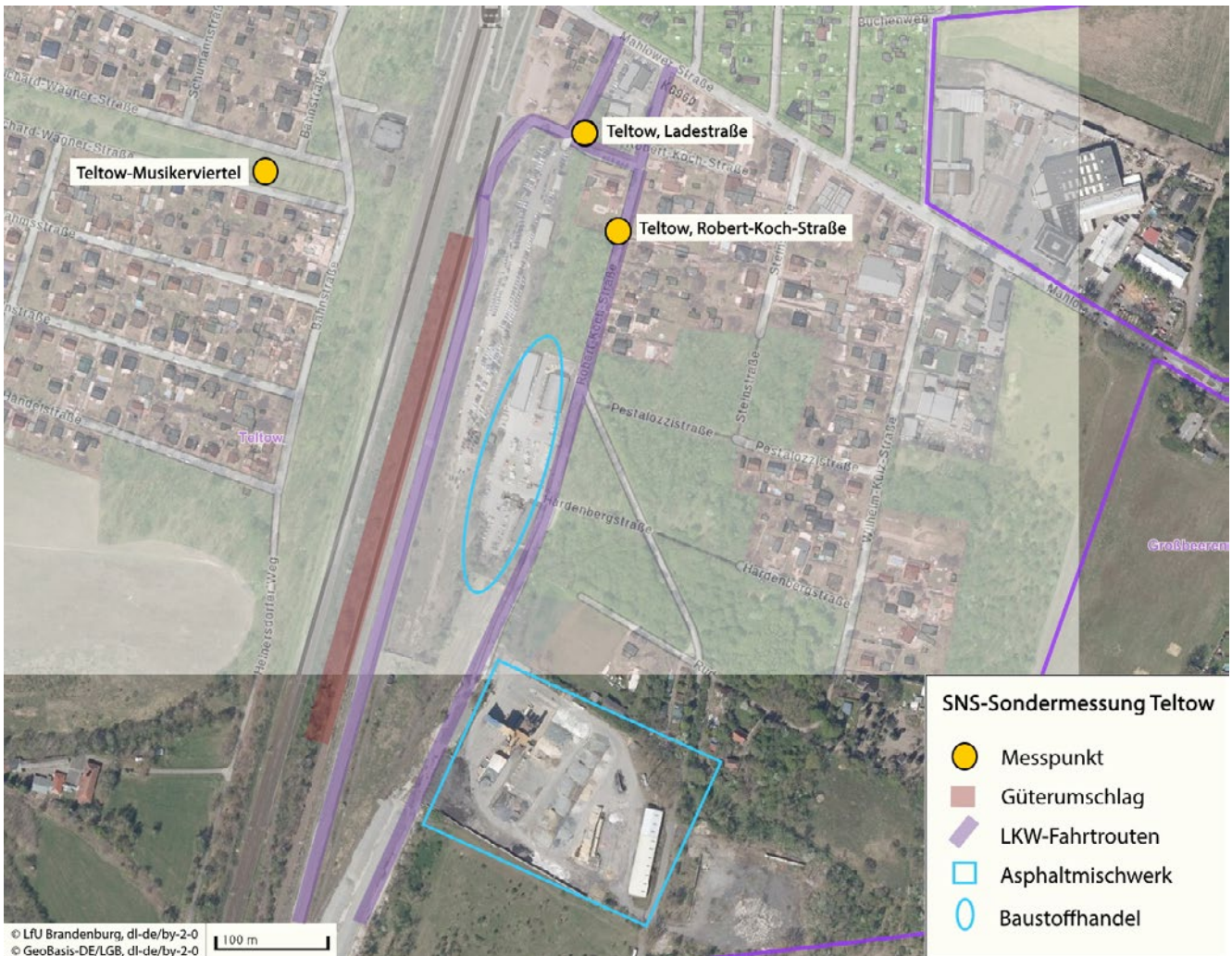


Abbildung 32:Übersichtskarte zur SNS-Sondermessung in Teltow

Tabelle 8: Lageangaben zu den Messstellen der SNS-Sondermessung in Teltow im Jahr 2021

Nr.	Messstelle	Standort	Koordinaten	
			nördliche Breite	östliche Länge
1	Teltow, Robert-Koch-Straße	Robert-Koch-Straße 5, 14513 Teltow	52.38692°	13.30160°
2	Teltow, Ladestraße	Zum Güterbahnhof 3, 14513 Teltow	52.38760°	13.30116°
3	Teltow-Musikerviertel	Richard-Wagner-Str. 77, 14513 Teltow	52.38736°	13.29628°



Abbildung 33: Fotos der Sondermesspunkte in Teltow 2021, von links nach rechts: Robert-Koch-Strasse (Blick nach Süden), Ladestraße (Blick nach Südosten), Musikerviertel (Blick nach Osten), Quelle: LfU, 01.12.2020

5.2.3 Probenahme und Analyse

Die Probenahme und Analyse des Staubniederschlags erfolgten nach der sogenannten BERGERHOFF-Methode (VDI 4320 Blatt 2 [27]). Bei dieser Messung der atmosphärischen Deposition wird der Staubniederschlag in zylindrischen, oben offenen Gefäßen über eine Expositionsdauer von etwa einem Monat (gemäß Vorschrift: 30 ± 2 Tage) gesammelt. Die verwendeten Glastöpfe besitzen einen Durchmesser von 96 mm und die Aufstellhöhe betrug etwa 1,5 bis 2 Meter. Um den unberechtigten Zugriff (Beeinträchtigung der Messung) von außen zu verhindern, wurden alle Standorte umzäunt.

Der Austausch der Gefäße fand im 28-tägigen Rhythmus statt. Die Bestimmung der Staubniederschlagsmenge und der Analyse der metallischen Staubinhaltsstoffe erfolgten nach VDI 2267 Blatt 15 [28] im Landeslabor Berlin-Brandenburg.

Die Bestimmung des Staubniederschlags und seiner Inhaltsstoffe sind eine kostengünstige Methode, um relevante lokale Staubimmissionen zu identifizieren. Erst wenn die Depositionen deutlich über den Immissionswerten der TA Luft liegen, ist auch mit Überschreitungen der Grenz- und Zielwerte der 39. BImSchV für Partikel und Staubinhaltsstoffe zu rechnen.

5.2.4 Vergleichswerte

Die Immissionswerte für Depositionen nach TA Luft beziehen sich jeweils auf Jahresmittelwerte und sind in Tabelle 9 dargestellt (Stand: Mai 2022).

Tabelle 9: Immissionswerte für Depositionen des Gesamtstaubs und dessen Inhaltsstoffe

TA Luft Nr.	Stoff	Immissionswert	Einheit
4.5.1	Arsen	4	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{-d})$
	Blei	100	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{-d})$
	Cadmium	2	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{-d})$
	Nickel	15	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{-d})$
4.3.1.1	Staubniederschlag	350	$\text{mg}/(\text{m}^2\text{-d})$

5.2.5 Auswertung

In Abbildung 34 sind die Ergebnisse für alle Proben des Staubniederschlags über den Untersuchungszeitraum in chronologischer Reihenfolge dargestellt. Ausfälle waren nicht zu verzeichnen, sodass alle drei Messreihen das Kalenderjahr 2021 ab Messbeginn nahezu vollständig überdecken (99 Prozent Datenverfügbarkeit). Im Großen und Ganzen zeichnen die Daten der Messpunkte einen gemeinsamen Verlauf über das Jahr. Einige Probenzyklen zeigen insgesamt höhere Staubniederschläge, andere ein niedrigeres Niveau. Muster und auch Belastungsniveau sind mit den Befunden an den anderen Messpunkten des Staubniederschlags im Land Brandenburg vergleichbar.

Wenn auch auf unauffälliger Belastungshöhe, weisen die Probenzyklen 1, 3, 5, 6 und 7 doch eine deutlich höhere, teilweise mehrfache Staubbelastung an den straßennahen Messpunkten gegenüber dem Hintergrund im Musikerviertel auf. Bei den anderen Messzeiträumen ist eine derartige Zusatzbelastung nicht erkennbar. In den Monaten März, Mai und Juni fanden bauliche Maßnahmen im Bereich Ladestraße statt, bei denen unter anderem in unmittelbarer Nähe zum Messpunkt die Asphaltdecke der Straße erneuert wurde.

Die Ergebnisse für die Einzelproben zeigen bereits, dass die resultierenden Jahreskennwerte unauffällig ausfallen. Mit $38 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{-d})$ an Teltow-Musikerviertel und jeweils $48 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{-d})$ an der Ladestraße und Robert-Koch-Strasse werden 11 Prozent beziehungsweise 14% des Immissionswerts der TA Luft erreicht. Die SNS-Belastung an allen drei Messpunkten liegt innerhalb der Spannweite der landesweiten Ergebnisse für 2021 (Abbildung 35).

Der Staubniederschlag aus der Depositionsmessung wurde überdies auf seine Gehalte an Arsen, Cadmium, Nickel und Blei untersucht. Für diese Elemente existieren in der TA Luft ebenfalls Immissionswerte, die nicht überschritten werden dürfen. In den Abbildungen 36 bis 39 sind die Jahresmittelwerte aus Teltow dem Schwankungsbereich der übrigen Brandenburger Ergebnisse für 2021 und aus den letzten drei Jahren gegenübergestellt. An keinem der Teltower Messpunkte zeigte einer der vier Inhaltsstoffe eine außergewöhnliche Belastung an. Bei der Nickeldeposition zeigte der Messpunkt Teltow-Musikerviertel den landesweit niedrigsten Wert (Abbildung 38). Blei im SNS in Teltow, Ladestraße bildete den höchsten Befund im Brandenburger Wertebereich in 2021 (Abbildung 39). Alle Depositionen sind fernab der mit den TA-Luft-Immissionswerten definierten Schranken.

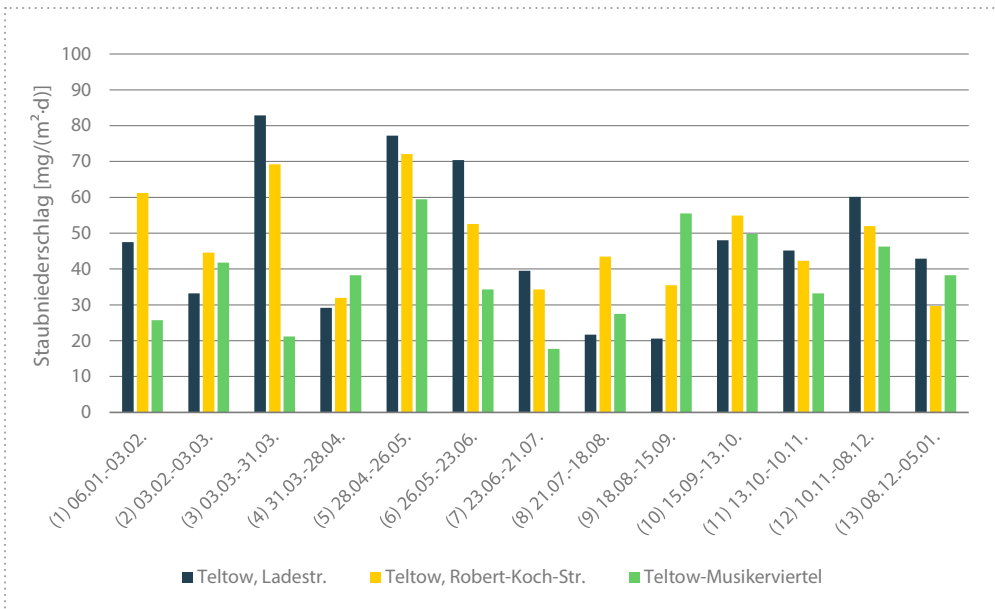


Abbildung 34:
Ergebnisse der
Staubniederschlagsproben
im Untersuchungszeitraum
06.01.2021 - 05.01.2022

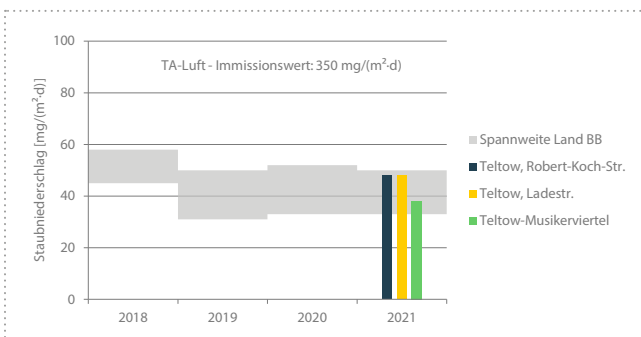


Abbildung 35: Einordnung der SNS-Jahresmittelwerte aus Teltow

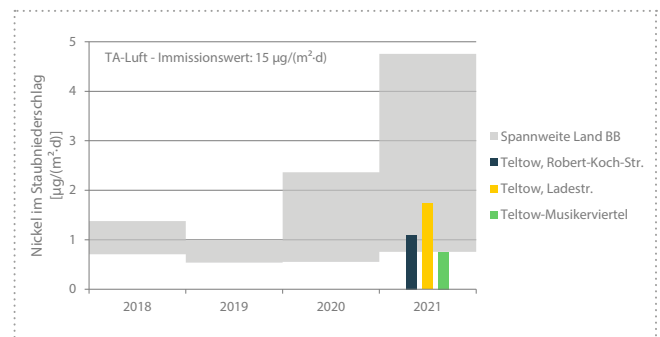


Abbildung 38: Einordnung der Befunde für Nickel im Staubniederschlag aus Teltow

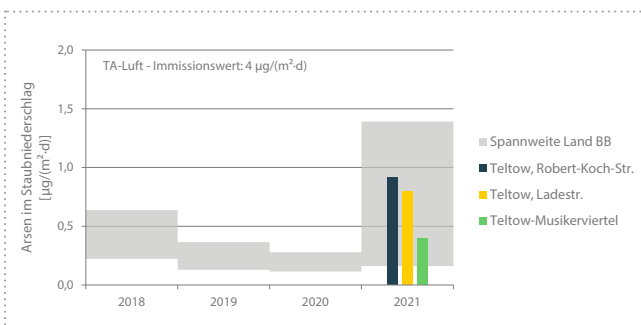


Abbildung 36: Einordnung der Befunde für Arsen im Staubniederschlag aus Teltow

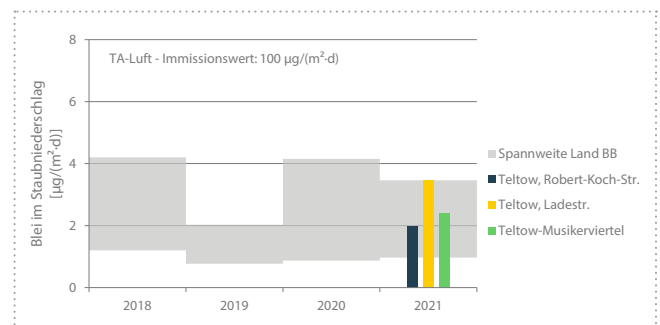


Abbildung 39: Einordnung der Befunde für Blei im Staubniederschlag aus Teltow

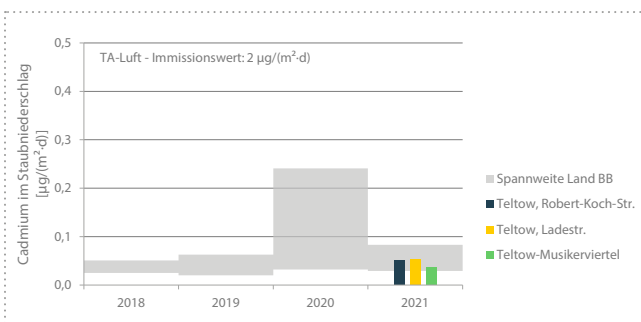


Abbildung 37: Einordnung der Befunde für Cadmium im Staubniederschlag aus Teltow

5.2.6 Fazit

Die in Teltow mit der BERGERHOFF-Methode erfassten Staubniederschläge sowie deren Inhaltsstoffe sind im Brandenburger Vergleich unauffällig. Dies gilt sowohl in der räumlichen Gegenüberstellung innerhalb des Messjahres, als auch im Rückblick auf Brandenburger Ergebnisse der letzten Jahre. Die beiden straßennahen Messpunkte im direkten Umfeld des Güterverladebahnhofs wiesen erwartungsgemäß tendenziell höhere Depositionen auf als im lokalen Hintergrund (Messpunkt Teltow-Musikerviertel). Der Wertebereich unterschied sich hingegen nicht strukturell vom üblicherweise im Land erfassten Niveau. Dasselbe trifft auch für die untersuchten metallischen SNS-Inhaltsstoffe Arsen, Cadmium, Nickel und Blei zu. Eine Gefahr zur Überschreitung der Immissionswerte der TA Luft lässt sich aus den Untersuchungsergebnissen nicht ableiten.

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AOT40	Accumulated Ozone Exposure over a Threshold of 40 ppb (Ozonkonzentrationen über einer Schwelle von 40 ppb)
AQG	Global Air Quality Guidelines
BaP	Benzo(a)pyren
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
39. BImSchV	39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
°C	Grad Celsius
cm ³	Kubikzentimeter
CO	Kohlenmonoxid
d	Tag
DIN	Deutsches Institut für Normung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
EW	Einwohner
FBB	Flughafen Berlin Brandenburg GmbH
G-Kat	geregelter Katalysator
h	Stunde
HBEFA	Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HC	Hydrocarbon (Kohlenwasserstoff)
ImSchZV	Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung
K	Kelvin
Kfz	Kraftfahrzeug
kt	Kilotonne
LfU	Landesamt für Umwelt
Lkw	Lastkraftwagen
LLBB	Landeslabor Berlin-Brandenburg
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
mg	Milligramm
MLUK	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz
mm	Millimeter
µg	Mikrogramm
µm	Mikrometer
ng	Nanogramm
NH ₃	Ammoniak
nm	Nanometer
NMVO	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide
O ₃	Ozon
P	Partikel
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PM ₁₀	Particulate Matter 10 (Feinstaub mit einer Partikelgröße kleiner 10 Mikrometer)
PM _{2,5}	Particulate Matter 2,5 (Feinstaub mit einer Partikelgröße kleiner 2,5 Mikrometer)
Pkw	Personenkraftwagen
ppb	parts per billion
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register (Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister)
rbb	Rundfunk Berlin-Brandenburg
SNS	Staubniederschlag
SO ₂	Schwefeldioxid
t	Tonne
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
UFP	Ultrafeine Partikel
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOC	Volatile Organic Compounds (flüchtige organische Verbindungen)
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)

Quellenverzeichnis

- [1] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [2] Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft
- [3] Richtlinie (EU) 2015/1480 der Kommission vom 28. August 2015 zur Änderung bestimmter Anhänge der Richtlinien 2004/107/EG und 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend Referenzmethoden, Datenvalidierung und Standorte für Probenahmestellen zur Bestimmung der Luftqualität
- [4] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146)
- [5] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- [6] Brandenburger Verordnung zur Regelung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissionsschutzes (Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung – ImSchZV) vom 31. März 2008 (GVBl.II/08, [Nr. 08], S.122)
- [7] Entscheidung des Rates vom 27. Januar 1997 zur Schaffung eines Austausches von Informationen und Daten aus Netzen und Einzelstationen zur Messung der Luftverschmutzung in den Mitgliedsstaaten (97/101/EG)
- [8] Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg, Planfeststellungsbeschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld (13.08.2004), Az.: 44/1-6441/1/101
- [9] Deutscher Wetterdienst (DWD), 2021: Monatlicher Klimastatus Deutschland Januar bis Dezember 2021
- [10] WHO Global Air Quality Guidelines. Particulate matter (PM₁₀ and PM_{2,5}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, World Health Organization 2021
- [11] Umweltbundesamt: Luftqualität 2021 – Vorläufige Auswertung, Februar 2022
- [12] WHO/IARC: Press Release Nr. 213, 12.06.2012
- [13] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
- [14] VDI 4320 Blatt 4: 2018-01: Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung der Deposition ausgewählter polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAH) mit dem Trichter-Adsorber-Sammler, Januar 2018
- [15] WHO – World Health Organization (2016), Regional Office for Europe: WHO-Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting Report, Bonn, 29. September – 1. Oktober 2015. WHO Regional Office for Europe, Kopenhagen
- [16] VDI 3867 Blatt 2: 2008-02: Messen von Partikeln in der Außenluft – Charakterisierung von Prüfaerosolen – Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung – Kondensationspartikelzähler (CPC), Februar 2008
- [17] VDI 3867 Blatt 3: 2012-08: Messen von Partikeln in der Außenluft – Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen – Elektrisches Mobilitätsspektrometer, August 2012
- [18] DIN CEN/TS 16976:2016-11: Außenluft – Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration des atmosphärischen Aerosols; Deutsche Fassung CEN/TS 16976:2016, November 2016
- [19] Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.01.2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsgesetzes (Abl. der EU vom 04.02.2006 (R 33/1))
- [20] Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister vom 21.05.2003 sowie zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 vom 06.06.2007 (BGBl., I, 1002)
- [21] Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31. Juli 2011, BGBl. 2011 Teil I Nr. 43, Bonn 05.08.2011

- [22] Kraftfahrt-Bundesamt: Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken zum 1. Januar 2022 FZ1, Flensburg, April 2022
- [23] Kraftfahrt-Bundesamt: Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen zum 1. Januar 2022 FZ13, Flensburg, Mai 2022
- [24] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.2, Infracore, Januar 2022
- [25] Air Quality Guidelines – Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, World Health Organization 2006
- [26] WHO (2015): Resolution WHA68.8. Health and the environment: addressing the health impact of air pollution. Geneva: World Health Organization (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/253237>, accessed 19 November 2020)
- [27] VDI 4320 Blatt 2: 2012-01: Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode, Januar 2012
- [28] VDI 2267 Blatt 15: 2005-11: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn als Bestandteile des Staubniederschlags mit Hilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS), November 2005

Anhang 1: Zusammenfassung der Messergebnisse

Messstellen	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2,5} µg/m ³	Benzo(a)pyren in PM ₁₀ ng/m ³	Ruß in PM ₁₀ µg/m ³	Arsen in PM ₁₀ ng/m ³	Blei in PM ₁₀ ng/m ³	Cadmium in PM ₁₀ ng/m ³	Nickel in PM ₁₀ ng/m ³	Benzol µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	Ozon µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	
+ Hintergrundmessstelle	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	
v verkehrsbez. Messstelle	Anzahl TMW > 50	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	
* Fremdbetreiber	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	JMW	
Hasenholz (Buckow) +	15	2	11						7	0	53	14	0	
Lütte (Belzig) +	11	0	9						6	0	53	21	0	
Spreewald +	13	0	10						5	0	50	15	0	
Neuglobsow **									3	0	50	16	0	
Blankenfelde-Mahlow	15	3	12	0,4	1,8				0,5	13	48	19	0	
Brandenburg a.d.Havel	13	0	10						11	0	51	13	0	
Cottbus	15	2	12		1	4,9	0,1	2,1	11	0	58	22	0	
Dallgow-Döberitz	12	0	10						10	0	53	16	0	
Eisenhüttenstadt									10	0	54	17	0	
Elsterwerda	14	1	12						11	0	50	23	0	
Frankfurt (Oder)	15	1	12						10	0	56	16	0	
Luckenwalde	15	2	12						11	0	51	12	0	
Nauen	16	1	11	0,2	1,6				10	0	51	17	0	
Neuruppin	15	0	11						12	0	50	12	0	
Potsdam, Groß Glienicke	15	1	10		0,5	3,4	0,1	2	10	0	51	18	0	
Potsdam-Zentrum	14	0	11						13	0	53	16	0	
Schwedt/Oder	14	3	11						9	0	53	13	0	
Spremberg	16	1	13						10	0	49	13	0	
Wittenberge	12	0	10						8	0	56	18	0	
Bernau, Lohmühlenstr. v	18	8	12						0,7	19	0			
Brandenburg, Neu.df.Str.v	16	5	11						0,7	21	0			
Cottbus, Bahnhofstr. v	17	2	12		1	4,8	0,1	2,3	0,8	22	0			
Eberswalde, Breite Str. v	15	3	11						0,7	23	0			
Frankfurt(O), Lpz.Str. v	17	3	13						0,8	29	0		341	
Potsdam, Großbeerenstr. v	15	3	11						0,8	25	0			
Potsdam, Zeppelinstr. v	16	1	11	0,3	1,7				0,7	24	0		311	
Schönefeld, Flughafen *	16	2	10	0,2	1,3				0,5	17	0	50	20	
Bezugszeit	Jahr	24 h	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	1 h	Jahr	1 h	24 h
Grenzwert/Zielwert	40	50	25	1	6	500	5	20	5	40	200	120	180	20
Zulässige Anzahl von Überschreitungen pro Jahr		35						18				25	24	3

Anhang 2: Luftgütemessstationen des Landes Brandenburg

Messstelle	Stations- klassifikation nach EU-Richtlinie	Feinstaub			Gasförmige Luftschadstoffe				Meteorologische Parameter
		PM ₁₀	PM _{2,5}	UFP	Schwefel- dioxid	Stickoxide	Ozon	Kohlen- monoxid	
Bernau, Lohmühlenstraße	städtisch, Verkehr	X	X			X			
Blankenfelde-Mahlow Schulstraße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X	X		X	X	X	X
Brandenburg an der Havel Lilly-Friesicke-Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		
Brandenburg, Neuendorfer Straße	städtisch, Verkehr	X	X			X			
Cottbus, Bahnhofstraße	städtisch, Verkehr	X	X			X			
Cottbus Gartenstraße	städtisch, Hintergrund	X	X	X	X	X	X		X
Cottbus, Meisenweg (DWD)	vorstädtisch, Hintergrund								
Dallgow-Döberitz Am Egelpfuhl	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X	X	X	X
Eberswalde, Breite Straße	städtisch, Verkehr	X	X			X			
Eisenhüttenstadt Karl-Marx-Straße	vorstädtisch, Industrie		X		X	X	X	X	X
Elsterwerda, Lauchhammer Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		X
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße	städtisch, Verkehr	X	X			X		X	
Frankfurt (Oder) Im Sande	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		X
Hasenholz (Buckow) OT Hasenholz	ländlich regional, Hintergrund	X	X			X	X		X
Luckenwalde Breite Straße	städtisch, Hintergrund	X	X			X	X		
Lütze, Am Lütter Bach	ländlich regional, Hintergrund								
Lütze (Belzig) Die hohe Heide/Feldstraße	ländlich regional, Hintergrund	X	X			X	X		
Nauen Kreuztaler Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		X
Neuruppin Gerhart-Hauptmann-Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		
Potsdam, Großbeerenstraße	städtisch, Verkehr	X	X			X			
Potsdam, Groß Glienicke Seeburger Chaussee	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		X
Potsdam-Zentrum Bassinplatz	städtisch, Hintergrund	X	X		X	X	X		X
Potsdam, Zeppelinstraße	städtisch, Verkehr	X	X			X		X	
Schwedt/Oder Helbigstraße	vorstädtisch, Industrie	X	X		X	X	X		X
Spreewald Neu Zauche, Am Nordumfluter	ländlich regional, Hintergrund	X	X	X	X	X	X		X
Spremberg Lustgartenstraße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		X
Wittenberge Wilhelm-Külz-Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		X

Messstelle	Feinstaub (gravimetrisch) und Inhaltsstoffe				Kohlenwasserstoffe		Deposition			
	PM ₁₀	PM _{2,5}	Schwermetalle im PM ₁₀	Ruß im PM ₁₀	PAK im PM ₁₀	BTX/VOC aktiv	BTX passiv	Staubniederschlag	Schwermetalle	PAK
Bernau, Lohmühlenstraße		X	X				X			
Blankenfelde-Mahlow Schulstraße	X			X	X	X		X	X	
Brandenburg an der Havel Lilly-Friesicke-Straße								X	X	
Brandenburg, Neuendorfer Straße		X					X			
Cottbus, Bahnhofstraße	X		X			X				
Cottbus Gartenstraße	X	X	X					X	X	
Cottbus, Meisenweg (DWD)								X	X	X
Dallgow-Döberitz Am Egelpfuhl		X				X	X	X	X	
Eberswalde, Breite Straße							X			
Eisenhüttenstadt Karl-Marx-Straße		X						X	X	
Elsterwerda, Lauchhammer Straße		X						X	X	
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße							X			
Frankfurt (Oder) Im Sande								X	X	
Hasenholz (Buckow) OT Hasenholz		X						X	X	X
Luckenwalde Breite Straße								X	X	
Lütte, Am Lütter Bach								X	X	
Lütte (Belzig) Die hohe Heide/Feldstraße	X	X								
Nauen Kreuztaler Straße	X			X	X			X	X	
Neuruppin Gerhart-Hauptmann-Straße								X	X	
Potsdam, Großbeerenstraße						X				
Potsdam, Groß Glienicke Seeburger Chaussee	X	X	X							
Potsdam-Zentrum Bassinplatz		X						X	X	X
Potsdam, Zeppelinstraße	X			X	X		X			
Schwedt/Oder Helbigstraße								X	X	
Spreewald Neu Zauche, Am Nordumfluter	X							X	X	
Spremberg Lustgartenstraße								X	X	
Wittenberge Wilhelm-Külz-Straße								X	X	

Anhang 3: Ergebnisse der Immissionsmessungen

A 3.1: Stickstoffdioxid

Messort	Verf.%	MW		P50	P98	Ü200	Ü400	max 1h-MW	max TMW
	in [%]	NO ₂	NO _x	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂
Blankenfelde-Mahlow	99,8	13	17	11	39	0	0	73	36
Brandenburg a.d.Havel	96,1	11	14	9	32	0	0	75	35
Cottbus	99,8	11	14	9	31	0	0	73	39
Dallgow-Döberitz	99,1	10	12	8	34	0	0	82	32
Eisenhüttenstadt	99,9	10	12	8	29	0	0	60	26
Elsterwerda	98,1	11	14	9	35	0	0	83	44
Frankfurt (Oder)	99,8	10	12	8	30	0	0	66	30
Hasenholz (Buckow)	99,9	7	9	6	23	0	0	41	24
Luckenwalde	99,9	11	16	9	31	0	0	71	33
Lütte (Belzig)	99,9	6	7	5	16	0	0	31	24
Nauen	99,9	10	13	8	32	0	0	51	30
Neuglobsow	94,8	3		2	13	0	0	32	18
Neuruppin	99,9	12	21	11	33	0	0	69	31
Potsdam, Groß Glienicke	99,6	10	12	8	31	0	0	63	28
Potsdam-Zentrum	99,8	13	16	11	39	0	0	78	36
Schwedt/Oder	99,6	9	11	7	25	0	0	91	24
Spreewald	99,8	5	7	4	16	0	0	33	21
Spremberg	99,8	10	12	9	27	0	0	60	27
Wittenberge	97,6	8	10	7	24	0	0	45	23
Bernau, Lohmühlenstr.	94,7	19	36	16	52	0	0	117	56
Brandenburg, Neuendorfer Str.	99,6	21	42	18	56	0	0	101	49
Cottbus, Bahnhofstr.	99,5	21	45	19	53	0	0	106	56
Eberswalde, Breite Str.	99,8	23	54	20	57	0	0	104	54
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,8	29	68	26	65	0	0	118	63
Potsdam, Großbeerenstr.	99,8	25	49	22	61	0	0	126	62
Potsdam, Zeppelinstr.	98,8	24	45	23	54	0	0	100	43
Schönefeld, Flughafen	100,0	17	20	15	45	0	0	89	46

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.2: Stickstoffmonoxid

Messort	Verf.%	MW	P50	P98	max 1h-MW	max TMW
Blankenfelde-Mahlow	99,8	3	1	19	227	34
Brandenburg a.d.Havel	95,9	2	1	10	83	17
Cottbus	99,8	2	1	10	58	17
Dallgow-Döberitz	99,1	2	1	10	102	21
Eisenhüttenstadt	99,9	1	1	7	81	11
Elsterwerda	98,3	2	1	12	94	30
Frankfurt (Oder)	99,8	1	1	8	64	13
Hasenholz (Buckow)	99,9	1	1	4	22	7
Luckenwalde	99,9	3	2	12	74	20
Lütte (Belzig)	99,9	1	1	2	14	4
Nauen	99,9	2	1	9	88	19
Neuruppin	99,9	6	2	36	202	32
Potsdam, Groß Glienicke	99,6	2	1	11	76	18
Potsdam-Zentrum	99,8	2	1	13	97	26
Schwedt/Oder	99,6	2	1	10	79	9
Spreewald	99,8	1	1	3	16	5
Spremberg	99,8	1	1	8	70	14
Wittenberge	97,6	1	1	6	72	8
Bernau, Lohmühlenstr.	94,7	11	6	58	302	66
Brandenburg, Neuendorfer Str.	99,6	14	7	81	264	76
Cottbus, Bahnhofstr.	99,5	15	9	63	182	55
Eberswalde, Breite Str.	99,8	21	13	90	227	90
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,8	26	17	100	300	113
Potsdam, Großbeerenstr.	99,8	16	9	80	199	77
Potsdam, Zeppelinstr.	98,8	13	8	58	260	51
Schönefeld, Flughafen	100,0	2	1	15	80	24

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A 3.3: Schwefeldioxid

Messort	Verf.%	MW	P50	MW-Winter	P98	Ü500	Ü350	Ü125	max 1h-MW	max TMW
Cottbus	99,7	2	2	2	7	0	0	0	37	7
Dallgow-Döberitz	99,1	2	2	1	5	0	0	0	13	6
Eisenhüttenstadt	99,5	2	2	2	7	0	0	0	30	7
Neuglobsow	95,0	1	0	1	2	0	0	0	16	5
Potsdam-Zentrum	99,8	2	2	2	4	0	0	0	10	7
Schwedt/Oder	99,6	2	2	2	9	0	0	0	50	11
Spreewald	99,8	2	1	1	5	0	0	0	24	6

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A 3.4: Kohlenmonoxid

Messort	Verf.%	MW	P50	P98	Ü10	max 1h-MW	max 8h-GMW	max TMW
Blankenfelde-Mahlow	99,4	249	224	521	0	1630	1196	552
Dallgow-Döberitz	99,1	224	207	422	0	893	657	470
Eisenhüttenstadt	99,7	260	239	553	0	2539	828	688
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,8	341	316	723	0	1665	1042	735
Potsdam, Zeppelinstr.	98,7	311	291	587	0	1247	720	564
Schönefeld, Flughafen	99,8	241	225	430	0	950	747	477

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A 3.5: Ozon

Messort	Verf.%	MW	P50	P98	Ü180	Ü240	max 1h-MW	max 8h-GMW	max TMW	Ü120	Ü120 ¹⁾
Blankenfelde-Mahlow	99,7	48	46	112	0	0	163	153	108	9	22
Brandenburg a.d.Havel	99,6	51	50	109	0	0	153	142	107	8	16
Cottbus	95,2	58	56	124	0	0	164	153	123	25	25
Dallgow-Döberitz	99,0	53	52	115	0	0	168	156	115	13	19
Eisenhüttenstadt	99,8	54	53	112	0	0	171	158	111	11	22
Elsterwerda	98,7	50	48	112	0	0	154	145	102	10	27
Frankfurt (Oder)	99,4	56	55	114	0	0	159	154	118	11	23
Hasenholz (Buckow)	96,7	53	52	111	0	0	167	149	112	6	17
Luckenwalde	99,8	51	49	110	0	0	151	143	100	8	19
Lütte (Belzig)	99,9	53	51	113	0	0	157	149	110	11	28
Nauen	99,1	51	50	108	0	0	150	139	104	7	18
Neuglobsow	99,1	50	50	102	0	0	150	132	95	5	16
Neuruppin	99,8	50	49	109	0	0	155	143	114	8	13
Potsdam, Groß Glienicke	99,0	51	49	119	0	0	180	169	121	16	16
Potsdam-Zentrum	99,4	53	52	111	0	0	166	154	107	8	15
Schwedt/Oder	99,2	53	52	112	0	0	157	150	121	10	16
Spreewald	99,7	50	49	112	0	0	151	135	110	9	22
Spremberg	99,7	49	48	111	0	0	146	135	113	5	23
Wittenberge	97,6	56	55	111	0	0	146	142	115	9	22
Schönefeld, Flughafen	96,3	50	48	117	0	0	171	160	119	13	20

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationsangaben in µg/m³

1) Mittelwert 2018 – 2020 (3 Jahre)

Messort	AOT40	AOT40-W	AOT40 ¹⁾	AOTW40 ¹⁾
Blankenfelde-Mahlow	13073	17092	14501	24731
Brandenburg a.d.Havel	10357	13680	11672	20648
Cottbus	19102	27868	16309	28150
Dallgow-Döberitz	14259	19673	11231	21380
Eisenhüttenstadt	13526	18206	15544	26908
Elsterwerda	12215	16585	16067	27263
Frankfurt (Oder)	14733	20186	15127	25987
Hasenholz (Buckow)	11657	16214	11730	21183
Luckenwalde	12602	17381	9430	17220
Lütte (Belzig)	13944	19171	15516	26790
Nauen	11099	14967	12332	21946
Neuglobsow	8733	11908		
Neuruppin	9999	13327	10141	17972
Potsdam, Groß Glienicke	17681	22663	13904	23886
Potsdam-Zentrum	12873	17369	13160	23033
Schwedt/Oder	12045	15437	11102	19618
Spreewald	12411	16681	13976	23557
Spremberg	12006	16329	15017	25168
Wittenberge	11185	16298	13131	23317
Schönefeld, Flughafen		19941	16629	24420

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationsangaben in µg/m³

1) Mittelwert 2018 – 2020 (3 Jahre)

A 3.6: PM₁₀-Schwebstaub

Messort	GW-rel	Verf. %	MW	P50	P98	Ü50	max TMW	Verfahren	Faktor
Blankenfelde-Mahlow		365	15	13	44	3	62	EDM	0,81
	X	365	16	14	38	3	61	LVS	
Brandenburg a.d.Havel		365	13	11	36	0	44	EDM	0,81
Cottbus		365	15	12	45	2	87	EDM	0,81
	X	365	15	14	41	2	75	LVS	
Dallgow-Döberitz	X	364	12	11	36	0	42	EDM	0,81
Elsterwerda	X	365	14	12	41	1	67	EDM	0,81
Frankfurt (Oder)	X	365	15	12	44	1	74	EDM	0,81
Hasenholz (Buckow)	X	365	15	12	43	2	90	EDM	0,81
Luckenwalde	X	363	15	13	42	2	69	EDM	0,81
Lütze (Belzig)	X	365	11	9	32	0	44	EDM	0,81
	X	361	12	11	35	1	54	LVS	
Nauen		365	16	13	48	1	52	EDM	0,81
	X	365	15	14	37	3	59	LVS	
Neuglobsow		360	12	9	35	0	41	BETA	
Neuruppin	X	365	15	13	43	0	46	EDM	0,81
Potsdam, Groß Glienicke		362	14	12	40	1	58	EDM	0,81
	X	357	14	12	36	3	101	LVS	
Potsdam-Zentrum	X	365	14	12	37	0	49	EDM	0,81
Schwedt/Oder	X	363	14	11	46	3	61	EDM	0,81
Spreewald		365	13	11	37	0	48	EDM	0,81
	X	358	13	12	37	1	72	LVS	
Spremberg		365	16	14	42	1	58	EDM	0,81
Wittenberge	X	352	12	10	35	0	44	EDM	0,81
Bernau, Lohmühlenstr.	X	345	18	15	60	8	99	EDM	0,81
Brandenburg, Neuendorfer Str.	X	363	16	13	48	5	77	EDM	0,81
Cottbus, Bahnhofstr.		361	17	14	47	2	83	EDM	0,81
	X	362	19	16	46	6	86	LVS	
Eberswalde, Breite Str.	X	349	15	12	46	3	70	EDM	0,81
Frankfurt(O), Leipziger Str.	X	365	17	14	47	3	68	EDM	
Potsdam, Großbeerenstr.	X	365	15	13	43	3	62	EDM	0,81
Potsdam, Zeppelinstr.		360	16	14	44	1	61	EDM	0,81
	X	353	18	16	42	5	68	LVS	
Schönefeld, Flughafen		353	16	14	44	2	71	BETA	
	X	361	13	12	33	2	61	LVS	

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in µg/m³

LVS Gravimetrische Messung: Probenahme mittels Low Volume Sampler mit PM₁₀-Messkopf = Referenzverfahren
 EDM Kontinuierliche Messung mit EDM180 (Streulichtmessung)
 Fidas Kontinuierliche Messung mit Fidas200 (Streulichtmessung)
 Beta Kontinuierliche Messung mittels Beta-Absorption
 Faktor Bereits eingerechneter Umrechnungsfaktor zum Referenzverfahren

A 3.7: PM_{2,5}-Schwebstaub

Messort	GW-rel	gült Tage	MW	P50	P98	max TMW	Messverfahren	Faktor
Blankenfelde-Mahlow	X	365	12	10	37	47	EDM	0,81
Brandenburg a.d.Havel	X	365	10	9	31	40	EDM	0,81
Cottbus	X	363	11	9	35	48	LVS	
		365	12	9	37	48	EDM	0,81
Dallgow-Döberitz	X	354	10	8	34	47	LVS	
		362	10	8	31	38	EDM	0,81
Eisenhüttenstadt	X	358	11	9	35	57	LVS	
		365	11	8	41	60	Fidas	0,88
Elsterwerda	X	363	11	9	34	51	LVS	
		364	12	9	35	46	EDM	0,81
Frankfurt (Oder)	X	365	12	9	37	44	EDM	0,81
Hasenholz (Buckow)	X	354	10	8	32	49	LVS	
		365	11	9	33	40	EDM	0,81
Luckenwalde		363	12	10	34	47	EDM	0,81
Lütte (Belzig)	X	362	8	7	27	36	LVS	
		365	9	7	28	33	EDM	0,81
Nauen	X	365	11	9	33	41	EDM	0,81
Neuruppin	X	365	11	9	37	45	EDM	0,81
Potsdam, Groß Glienicke	X	362	9	8	31	46	LVS	
		362	10	8	31	41	EDM	0,81
Potsdam-Zentrum	X	365	10	8	33	51	LVS	
		365	11	9	31	40	EDM	0,81
Schwedt/Oder	X	363	11	8	36	45	EDM	0,81
Spreewald	X	365	10	8	31	44	EDM	0,81
Spreenberg	X	365	13	10	36	43	EDM	0,81
Wittenberge	X	352	10	8	29	33	EDM	0,81
Bernau, Lohmühlenstr.	X	343	11	9	33	47	LVS	
		345	12	10	39	48	EDM	0,81
Brandenburg, Neuendorfer Str.	X	351	11	9	31	47	LVS	0,81
		363	11	9	33	41	Fidas	0,88
Cottbus, Bahnhofstraße		361	12	10	36	47	EDM	0,81
Eberswalde, Breite Str.	X	349	11	9	37	45	EDM	0,81
Frankfurt(O), Leipziger Str.	X	365	13	10	37	46	EDM	0,81
Potsdam, Großbeerenstr.	X	365	11	9	34	44	EDM	0,81
Potsdam, Zeppelinstr.	X	360	11	10	33	40	EDM	0,81
Schönefeld, Flughafen	X	349	10	8	32	37	Beta	

Faktor Bereits eingerechneter Umrechnungsfaktor zum Referenzverfahren
 Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationsangaben in µg/m³

LVS Gravimetrische Messung: Probenahme mittels Low Volume Sampler mit PM_{2,5}-Messkopf = Referenzverfahren
 EDM Kontinuierliche Messung mit EDM180 (Streulichtmessung)
 Fidas Kontinuierliche Messung mit Fidas200 (Streulichtmessung)
 Beta Kontinuierliche Messung mittels Beta-Absorption
 Faktor Bereits eingerechneter Umrechnungsfaktor zum Referenzverfahren

A 3.8: Ultrafeine Partikel

Messort	Verf. %	gült Tage	MW	P50	P98
Blankenfelde-Mahlow	100	365	6093	5140	17771
Cottbus	100	365	5150	4475	14009
Spreewald	27	99	3360	3076	7208
Schönefeld, Flughafen	100	365	13955	9026	62328

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Messung mittels Kondensationspartikelzähler GRIMM CPC 5420, Größenspektrum > 4 nm

Angaben MW, P50 und P98: Anzahlkonzentration (Anzahl Partikel/Kubikzentimeter)

A 3.9: Inhaltsstoffe des PM₁₀: Ruß, Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Messort	Parameter	gült Prob	Verf.%	MW	P50	max TMW
Blankenfelde-Mahlow	Ruß ¹⁾	52	42	1,8	1,7	3,7
	B(a)A	52	41	0,3	0,1	2,8
	B(a)P	52	41	0,4	0,1	3,7
	B(b)F	52	41	0,5	0,2	3,4
	B(j)F	52	41	0,8	0,4	5,5
	B(k)F	52	41	0,2	0,1	1,6
	DB(ah)A	52	41	0,03	0,00	0,21
	INP	52	41	0,3	0,1	2,1
Nauen	Ruß ¹⁾	51	41	1,6	1,4	3,2
	B(a)A	52	40	0,2	0,0	1,1
	B(a)P	52	40	0,2	0,1	1,3
	B(b)F	52	40	0,3	0,2	1,9
	B(j)F	52	40	0,5	0,2	2,7
	B(k)F	52	40	0,1	0,1	0,8
	DB(ah)A	52	40	0,02	0,00	0,11
	INP	52	40	0,2	0,1	1,1
Potsdam, Zeppelinstr.	Ruß ¹⁾	51	40	1,7	1,7	3,5
	B(a)A	52	40	0,3	0,1	2,2
	B(a)P	52	40	0,3	0,1	2,8
	B(b)F	52	40	0,4	0,2	3,5
	B(j)F	52	40	0,7	0,3	4,5
	B(k)F	52	40	0,2	0,1	1,5
	DB(ah)A	52	40	0,02	0,00	0,11
	INP	52	40	0,3	0,1	2,2
Schönefeld, Flughafen	Ruß ¹⁾	50	41	1,3	1,4	2,3
	B(a)A	48	41	0,2	0,0	2,2
	B(a)P	48	41	0,2	0,1	2,4
	B(b)F	48	41	0,3	0,1	3,0
	B(j)F	48	41	0,5	0,2	4,2
	B(k)F	48	41	0,1	0,0	1,4
	DB(ah)A	48	41	0,02	0,00	0,09
	INP	48	41	0,2	0,1	1,7

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationangaben Ruß in µg/m³, alle anderen Inhaltsstoffe in ng/m³

Probenahme: LVS mit PM₁₀-Kopf, Wochenmischprobe aus 3 Tagesproben

¹⁾ Ruß Messung nach VDI 2465 Bl.2:1999-05

B(a)A Benzo(a)anthracen

B(a)P Benzo(a)pyren

B(b)F Benzo(b)fluoranthen

B(j)F Benzo(j)fluoranthen

B(k)F Benzo(k)fluoranthen

DB(ah)A Dibenzo(a,h)anthracen

INP Indeno(1,2,3-cd)pyren

A 3.10: Inhaltsstoffe des PM₁₀: Schwermetalle

Messort	Parameter	gült Prob	Verf.%	MW	PM 50	max TMW
Cottbus	Arsen	205	56	1,0	0,0	23,7
	Blei	205	56	4,9	3,0	39,0
	Cadmium	205	56	0,1	0,0	0,7
	Nickel	205	56	2,1	2,0	8,5
Cottbus, Bahnhofstr.	Arsen	204	56	1,0	0,0	24,1
	Blei	204	56	4,8	3,0	43,5
	Cadmium	204	56	0,1	0,0	0,8
	Nickel	204	56	2,3	2,0	9,8
	Antimon	204	56	1,4	1,0	4,6
	Barium	204	56	15,1	14,0	67,8
Potsdam, Groß Glienicke	Arsen	204	56	0,5	0,0	6,5
	Blei	206	56	3,4	2,0	22,0
	Cadmium	206	56	0,1	0,0	0,6
	Nickel	206	56	2,0	2,0	7,8

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4
 Konzentrationsangaben in ng/m³
 Probenahme: LVS mit PM₁₀-Kopf

A 3.11: Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)

Messort	Parameter	gült Prob	Verf.%	MW	P50	MEW
Blankenfelde-Mahlow ¹⁾	Benzol	53	100,0	0,5	0,4	1,5
	Ethylbenzol	53	100,0	0,1	0,1	0,3
	Toluol	53	100,0	0,7	0,6	1,6
	Xylol_mp	53	100,0	0,3	0,3	0,7
	Xylol_o	53	100,0	0,1	0,1	0,6
	n-Heptan	53	100,0	0,09	0,05	0,21
	n-Oktan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	Isooctan	53	100,0	0,12	0,12	0,33
	1,2,3-Trimethylbenzol	53	100,0	0,06*	0,05	0,13
	1,2,4-Trimethylbenzol	53	100,0	0,13	0,12	0,27
	1,3,5-Trimethylbenzol	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	n-Nonan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	n-Decan	53	100,0	0,05*	0,05	0,12
	n-Undecan	53	100,0	0,07*	0,05	0,20
	n-Dodecan	53	100,0	0,05*	0,05	0,12
	n-Tridecan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	n-Tetradecan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	n-Pentadecan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	n-Hexadecan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	n-Heptadecan	53	100,0	0,1*	0,10	0,10
n-Octadecan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05	
n-Nonadecan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05	
n-Eicosan	53	100,0	0,05*	0,05	0,05	
Schönefeld, Flughafen ¹⁾	Benzol	49	93,2	0,5	0,4	1,4
	Ethylbenzol	49	93,2	0,1	0,1	0,2
	Toluol	49	93,2	0,5	0,4	1,0
	Xylol_mp	49	93,2	0,3	0,3	0,5
	Xylol_o	49	93,2	0,1	0,1	0,2
	n-Heptan	49	93,2	0,09	0,05	0,20
	n-Oktan	49	93,2	0,05*	0,05	0,05
	Isooctan	49	93,2	0,06*	0,05	0,14
	1,2,3-Trimethylbenzol	49	93,2	0,06*	0,05	0,20
	1,2,4-Trimethylbenzol	49	93,2	0,13	0,13	0,22
	1,3,5-Trimethylbenzol	49	93,2	0,07*	0,05	0,63
	n-Nonan	49	93,2	0,07*	0,05	0,62
	n-Decan	49	93,2	0,12	0,05	1,81
	n-Undecan	49	93,2	0,11	0,05	1,26
	n-Dodecan	49	93,2	0,08	0,05	0,26
	n-Tridecan	49	93,2	0,05*	0,05	0,05
	n-Tetradecan	49	93,2	0,08	0,05	0,19
	n-Pentadecan	49	93,2	0,05*	0,05	0,05
	n-Hexadecan	49	93,2	0,09	0,10	0,17
	n-Heptadecan	49	93,2	0,11*	0,10	0,25
n-Octadecan	49	93,2	0,06*	0,05	0,16	
n-Nonadecan	49	93,2	0,05*	0,05	0,05	
n-Eicosan	49	93,2	0,05*	0,05	0,05	

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationsangaben in µg/m³

¹⁾ Kennwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeitanteilsgewichteten Proben (aktive Probenahme: etwa 1 Woche)

* größer/gleich 75 Prozent der in die Berechnung eingegangenen Einzelwerte unterhalb der Bestimmungs-/Nachweisgrenze

A 3.12: Flüchtige Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Messort	Parameter	gült Prob	Verf.%	MW	P50	MEW
Blankenfelde-Mahlow ¹⁾	Benzol	52	100,0	0,5	0,4	1,5
	Ethylbenzol	52	100,0	0,1	0,1	0,3
	Toluol	52	100,0	0,7	0,6	1,6
	mp-Xylol	52	100,0	0,3	0,3	0,7
	o-Xylol	52	100,0	0,1	0,1	0,6
Schönefeld, Flughafen ¹⁾	Benzol	49	93,2	0,5	0,4	1,4
	Ethylbenzol	49	93,2	0,1	0,1	0,2
	Toluol	49	93,2	0,5	0,4	1,0
	mp-Xylol	49	93,2	0,3	0,3	0,5
	o-Xylol	49	93,2	0,1	0,1	0,2
Bernau, Lohmühlenstr. ²⁾	Benzol	12	89,6	0,7	0,5	1,3
	Ethylbenzol	12	89,6	0,3	0,3	0,6
	Toluol	12	89,6	1,2	1,2	2,2
	mp-Xylol	12	89,6	0,9	1,0	1,7
	o-Xylol	12	89,6	0,4	0,4	0,7
Brandenburg, Neuendorfer Str. ²⁾	Benzol	14	100,0	0,7	0,5	1,2
	Ethylbenzol	14	100,0	0,4	0,4	0,6
	Toluol	14	100,0	1,5	1,4	2,2
	mp-Xylol	14	100,0	1,1	1,1	1,8
	o-Xylol	14	100,0	0,5	0,5	0,7
Cottbus, Bahnhofstr. ¹⁾	Benzol	50	94,2	0,8	0,8	1,9
	Ethylbenzol	50	94,2	0,8	0,3	6,6
	Toluol	50	94,2	1,2	1,2	2,3
	mp-Xylol	50	94,2	2,6	0,8	21,0
	o-Xylol	50	94,2	0,5	0,3	2,8
Eberswalde, Breite Str. ²⁾	Benzol	14	100,0	0,8	0,8	1,4
	Ethylbenzol	14	100,0	0,2	0,2	0,6
	Toluol	14	100,0	1,5	1,4	2,5
	mp-Xylol	14	100,0	0,7	0,6	2,0
	o-Xylol	14	100,0	0,3	0,2	0,8
Frankfurt(O), Leipziger Str. ²⁾	Benzol	14	100,0	0,8	0,6	1,2
	Ethylbenzol	14	100,0	0,4	0,4	1,0
	Toluol	14	100,0	1,3	1,3	1,7
	mp-Xylol	14	100,0	1,3	1,2	2,4
	o-Xylol	14	100,0	0,5	0,5	1,3
Potsdam, Großbeerenstr. ¹⁾	Benzol	52	97,8	0,8	0,7	1,8
	Ethylbenzol	52	97,8	0,3	0,3	0,9
	Toluol	52	97,8	1,4	1,3	5,8
	mp-Xylol	52	97,8	0,8	0,7	2,2
	o-Xylol	52	97,8	0,3	0,3	0,7
Potsdam, Zeppelinstr. ²⁾	Benzol	13	99,2	0,7	0,6	1,0
	Ethylbenzol	13	99,2	0,4	0,4	0,6
	Toluol	13	99,2	1,5	1,5	1,9
	mp-Xylol	13	99,2	1,0	1,0	1,7
	o-Xylol	13	99,2	0,4	0,5	0,6

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationangaben in µg/m³

¹⁾ Kennwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeitanteilsgewichteten Proben (aktive Probenahme: etwa 1 Woche)

²⁾ Kennwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeitanteilsgewichteten Proben (passive Probenahme: etwa 28 Tage)

3.13: Staubniederschlag

Messort	Mittelwert ¹⁾				
	Gesamtstaub [mg/(m ² ·d)]	Arsen [µg/(m ² ·d)]	Blei [µg/(m ² ·d)]	Cadmium [µg/(m ² ·d)]	Nickel [µg/(m ² ·d)]
Blankenfelde-Mahlow	35	0,4	1,3	0,06	4,8
Brandenburg a.d. Havel	50	0,2	2,1	0,07	1,6
Cottbus	33	0,3	1,5	0,06	1,3
Cottbus, Meisenweg	34	0,3	2,6	0,05	1,1
Dallgow-Döberitz	35	1,4	1,1	0,05	0,9
Eisenhüttenstadt	44	0,3	1,4	0,06	1,1
Elsterwerda	44	1,0	1,5	0,05	3,0
Frankfurt (Oder)	33	0,2	1,4	0,08	1,5
Hasenholz (Buckow)	43	0,2	1,2	0,06	1,3
Luckenwalde	35	0,3	2,2	0,07	1,8
Lütte, Am Lütter Bach	35	0,3	1,9	0,06	1,6
Nauen	38	0,2	1,3	0,04	1,8
Neuruppin	38	0,2	1,8	0,05	1,5
Potsdam-Zentrum	39	0,2	2,3	0,07	1,3
Schwedt/Oder	40	0,3	1,4	0,04	2,0
Spreewald	37	0,2	1,4	0,07	1,0
Spremberg	39	0,3	1,6	0,08	1,0
Wittenberge	35	0,2	1,0	0,03	1,4
Sondermessungen					
Teltow, Ladestr.	48	0,8	2,1	0,04	1,2
Teltow, Robert-Koch-Str.	48	0,9	2,6	0,06	2,6
Teltow-Musikerviertel	38	0,4	1,4	0,05	1,2

¹⁾ Mittelwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeitanteilsgewichteten Proben

3.14: Niederschlagsdeposition (Bulk) – Organische Spurenstoffe

	Cottbus, Meisenweg		Hasenholz (Buckow)		Potsdam-Zentrum	
	gült Prob	MW ¹⁾	gült Prob	MW ¹⁾	gült Prob	MW ¹⁾
Benzo(a)anthracen	13	10,55	14	12,60	14	15,86
Benzo(a)pyren	13	20,05	14	18,82	14	22,19
Benzo(b)fluoranthen	13	25,56	14	24,09	14	27,58
Benzo(j)fluoranthen	13	30,19	14	30,67	14	30,49
Benzo(k)fluoranthen	13	10,25	14	9,39	14	10,92
Dibenzo(a,h)anthracen	13	0,93	14	1,05	14	1,04
Indeno(1,2,3-cd)pyren	13	15,95	14	13,16	14	16,45

Spaltenüberschrift siehe Anhang 4

¹⁾ Mittelwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeitanteilsgewichteten Proben
Konzentrationsangaben in ng/(m²·d)

Anhang 4: Verzeichnis der Kenngrößen

Stoff	Kennung	Kenngröße	Erläuterung
allgemein	gült Prob / gült Tage		Anzahl gültiger Proben
	Verf.%		Messwertverfügbarkeit
	max 1h-MW		Maximaler Stundenmesswert im Kalenderjahr
	max TMW		Maximaler Tagesmittelwert im Kalenderjahr
	max 8h-GMW		Max. gleitender 8h-Mittelwert eines Tages im Kalenderjahr
	MEW		Maximaler Einzelwert
	MW	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	Arithmetischer Mittelwert der im Kalenderjahr ermittelten Einzelmesswerte
	P98	Immissionskenngröße für die Kurzzeitbelastung	98 %-Perzentil der im Kalenderjahr ermittelten Einzelmesswerte
	MW _{Winter}	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung im Winterhalbjahr	Arithmetischer Mittelwert über die im Winterhalbjahr ermittelten Einzelmesswerte
SO ₂	P50	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	50 %-Perzentil (Median) der im Kalenderjahr ermittelten Einzelwerte
	Ü500	Überschreitungshäufigkeit der Alarmschwelle nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 500 µg/m ³ während des Kalenderjahres
	Ü350	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 350 µg/m ³ während des Kalenderjahres
NO ₂	Ü125	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 125 µg/m ³ während des Kalenderjahres
	Ü200	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 200 µg/m ³ während des Kalenderjahres
PM ₁₀ - Schwebstaub	Ü400	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl Überschreitungen von 400 µg/m ³ an 3 aufeinanderfolgenden Stunden während des Kalenderjahres
	Ü50	Überschreitungshäufigkeit nach der 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 50 µg/m ³
CO	Faktor		Faktor für die Umrechnung auf das Referenzverfahren
	GW-rel	Grenzwertrelevante Messung	Kennzeichnung der Grenzwert-relevanten Messung bei Vorliegen mehrerer Parallelmessungen mit teilweise unterschiedlicher Genauigkeit und/oder Verfügbarkeit
	Ü10	Überschreitungshäufigkeit nach der 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des höchsten 8-Stundenmittelwertes von 10 mg/m ³ während eines Tages
Ozon	Ü180	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 180 µg/m ³ während des Kalenderjahres
	Ü240	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 240 µg/m ³ während des Kalenderjahres
	Ü120	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des höchsten 8-Stundenmittelwertes von 120 µg/m ³ , berechnet aus stündlich gleitenden 8-Stundenmittelwerten
	AOT40	O ₃ -Dosis nach 39. BImSchV oberhalb 40 ppb zum Schutz der Vegetation	Summe der Differenzen zwischen stündlichen Konzentrationen über 80 µg/m ³ und 80 µg/m ³ von 8 – 20 Uhr (MEZ) in der Zeit Mai bis Juli
	AOT40-W	O ₃ -Dosis nach 39. BImSchV oberhalb 40 ppb zum Schutz des Waldes	Summe der Differenzen zwischen stündlichen Konzentrationen über 80 µg/m ³ und 80 µg/m ³ von 8 – 20 Uhr (MEZ) in der Zeit April - September

**Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz (MLUK)**

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Henning-von-Tresckow-Straße 2-13, Haus S
14467 Potsdam

Telefon: +49 (0)331 866-7237

E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de

Internet: mluk.brandenburg.de oder agrар-umwelt.brandenburg.de